

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID  
FACULTAD DE VETERINARIA**

**Departamento de Medicina y Cirugía Animal**



**ESTUDIO ECOGRÁFICO DEL “BICEP BRACHII” EN  
PERROS SANOS**

**MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR  
PRESENTADA POR**

**Javier Fernando Rivas Guerrero**

Bajo la dirección de los doctores

María Pilar Llorens Pena  
María Mercedes Sánchez de la Muela  
Jesús Rodríguez Quirós

**Madrid, 2011**

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**MEDICINA Y CIRUGÍA ANIMAL**



**ESTUDIO ECOGRÁFICO DEL TENDÓN DE ORIGEN DEL *MUSCULUS BICEPS*  
*BRACHII* EN PERROS SANOS**

**JAVIER FERNANDO RIVAS GUERRERO**

**2011**



**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID**

**FACULTAD DE VETERINARIA**

**MEDICINA Y CIRUGÍA ANIMAL**



**ESTUDIO ECOGRÁFICO DEL TENDÓN DE ORIGEN DEL *MUSCULUS BICEPS*  
*BRACHII* EN PERROS SANOS**

**Memoria presentada por**  
**JAVIER FERNANDO RIVAS GUERRERO**  
**para optar al Grado de**  
**Doctor en Ciencias Veterinarias**

**Madrid, 2011**





**Dña. MARÍA PILAR LLORENS PENA**, Profesora Titular de Universidad, **Dña. MARÍA MERCEDES SÁNCHEZ DE LA MUELA**, Profesora Titular de Universidad, y **D. JESÚS RODRÍGUEZ QUIRÓS**, Profesor Contratado Doctor del Departamento de Medicina y Cirugía Animal de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid,

**INFORMAN:**

Que el presente trabajo de investigación titulado **“ESTUDIO ECOGRÁFICO DEL TENDÓN DE ORIGEN DEL *MUSCULUS BICEPS BRACHII* EN PERROS SANOS”**, presentado por **D. JAVIER FERNANDO RIVAS GUERRERO**, ha sido realizado bajo nuestra dirección, cumpliendo con las condiciones metodológicas y de originalidad necesarias; y habiéndose concluido, autorizamos su presentación para ser juzgado por el tribunal correspondiente para optar al Grado de Doctor en Ciencias Veterinarias.

Y para que así conste y a los efectos oportunos, firman el presente informe en Madrid, a 10 de Diciembre de 2010.

Dra. María Pilar Llorens Pena

Dra. M<sup>a</sup> Mercedes Sánchez de la Muela

Dr. Jesús Rodríguez Quirós



**DEDICATORIA**





A mis Padres, Hermanos y Familia,  
A Olga Lucía,  
A mis amigos,  
Y a los que ya no están .....



La presente tesis doctoral se llevó a cabo en el Departamento de Medicina y Cirugía Animal, de la Facultad de Veterinaria de la **Universidad Complutense de Madrid**, bajo la dirección de los Doctores Pilar Llorens Pena, Mercedes Sánchez de la Muela y Jesús Rodríguez Quirós; y con la colaboración de Hernán Fominaya García, Profesor Asociado del Departamento de Medicina y Cirugía Animal, en el Servicio de Diagnóstico por Imagen (Consulta de Ecografía) del Hospital Clínico Veterinario Complutense de la Universidad Complutense de Madrid y en la práctica privada en el Hospital Veterinario Los Madrazo. La **Universidad de La Salle** de Bogotá (Colombia) financió los estudios doctorales y parte de la estancia en Madrid del alumno Doctorando.





## **AGRADECIMIENTOS**



## **AGRADECIMIENTOS**

Realizar estudios en un lugar que no conocemos y lejos de los seres queridos, es una decisión difícil que implica sacrificio. En esos momentos el apoyo y la fe que tienen las personas allegadas, fortalecen el espíritu, motivando cada uno de los días para seguir adelante. Así mismo, durante el camino conocemos personas, que brindando su colaboración incondicional se convierten en puntos de referencia personal y profesional, sin las cuales todo el proceso de Doctorado sería más difícil.

Quiero agradecer a todos su confianza y apoyo durante mi Doctorado.

Expreso mi más sincero agradecimiento.....

A Dios, por la bendición de la vida.

A la Universidad de La Salle, al Hno. Carlos Gabriel Gómez Restrepo y al Doctor Pedro Pablo Martínez Méndez, por creer en mí y brindarme la oportunidad de crecer como persona y como profesional.

A mi maestro, tutor y amigo Hernán Fominaya García. Gracias por la confianza y todas las enseñanzas incondicionales, esto apenas comienza y este es un fruto de un gran trabajo de equipo.

A Juan Antonio Cámara, gracias amigo por la inmensa colaboración y por compartir la pasión por la ecografía.

A los Doctores Pilar Llorens Pena y Fidel San Román Ascaso, gracias por brindarme su amistad, apoyo y por guiarme en el camino del doctorado.

A los Doctores M<sup>a</sup> Mercedes Sánchez de la Muela y Jesús Rodríguez Quirós, por su invaluable colaboración en la elaboración de este trabajo.



## *Agradecimientos*

Al personal y alumnos del Hospital Clínico Veterinario Complutense de la Universidad Complutense de Madrid con quienes compartimos horas de ecografías.

A todo el personal del Hospital Veterinario Los Madrazo, de todo corazón gracias por la oportunidad brindada, la colaboración dada y la amistad forjada.

A Laura y María José, en la Secretaria del Departamento de Medicina y Cirugía Animal, muchas gracias por aclarar mis constantes dudas y por su paciencia.

Al personal de la Biblioteca de la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid, gracias por su colaboración y labor durante la investigación bibliográfica.

A Olga Lucía, gracias por tu inmensa ayuda incondicional durante todo este proceso y por tu colaboración durante la redacción de mi tesis. Gracias por estar a mi lado y darme la fuerza y apoyo necesarios en los momentos débiles.

## **ÍNDICE**



# ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS .....	ix
ABREVIATURAS.....	xix
1 INTRODUCCIÓN .....	3
2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	7
2.1 PRINCIPIOS DE ECOGRAFÍA .....	7
2.1.1 Desarrollo histórico de los ultrasonidos y su aplicación en medicina humana .....	7
2.1.2 Aplicación de los ultrasonidos en medicina veterinaria .....	9
2.1.3 Principios físicos de la ecografía .....	12
2.1.4 Interacción del ultrasonido con los tejidos .....	14
2.1.5 Producción de los ultrasonidos .....	15
2.1.6 Principios de ecografía .....	16
2.1.7 Transductores.....	16
2.1.8 Tipos de sondas .....	18
2.1.9 Modos de presentación de la imagen ecográfica .....	20
2.1.10 Artefactos .....	25
2.1.11 Interpretación y terminología .....	27
2.2 APLICACIONES ACTUALES DE LA ECOGRAFÍA EN EL DIAGNÓSTICO CLÍNICO VETERINARIO .....	28
2.3 ANATOMÍA DEL HOMBRO DEL PERRO .....	30
2.3.1 Biomecánica .....	33
2.3.2 Participación del tendón de origen del músculo bíceps braquial en la estabilidad de la articulación del hombro .....	35
2.3.3 Músculo y tendón bíceps braquial.....	35
2.4 EXAMEN ECOGRÁFICO DE LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO .....	37

2.4.1	Técnicas de ecografía del bíceps braquial .....	37
2.4.2	Examen ecográfico del tendón y músculo Bíceps braquial .....	39
2.4.3	Ecografía de la región peritendinosa .....	41
2.5	<b>PATOLOGÍAS DE LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO RELACIONADAS CON EL BÍCEPS BRAQUIAL .....</b>	<b>42</b>
2.5.1	Ruptura del tendón Bíceps braquial .....	44
2.5.2	Tenosinovitis bicipital .....	45
2.5.3	Luxación del tendón Bíceps braquial .....	46
2.5.4	Tendinopatía mineralizante bicipital .....	46
3	<b>JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>49</b>
4	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>53</b>
4.1	OBJETIVO GENERAL .....	53
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	53
5	<b>MATERIAL Y MÉTODOS .....</b>	<b>57</b>
5.1	<b>MATERIAL .....</b>	<b>57</b>
5.1.1	Animales .....	57
5.1.2	Equipamiento .....	57
5.2	<b>MÉTODOS .....</b>	<b>61</b>
5.2.1	Preparación del paciente .....	61
5.2.2	Exploración ecográfica del Bíceps braquial .....	62
5.2.3	Recolección y análisis de datos .....	70
6	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>73</b>
6.1	<b>RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LA EXPLORACIÓN DEL BÍCEPS BRAQUIAL EN LOS PERROS SANOS DEL ESTUDIO .....</b>	<b>73</b>
6.1.1	Zona I .....	74
6.1.2	Zona II .....	77
6.1.3	Zona III - Interfase músculo-tendón .....	82
6.1.4	Zona IV - Músculo bíceps braquial proximal .....	82

6.1.5	Exploración dinámica .....	84
6.2	RESULTADOS CUANTITATIVOS EN LOS PERROS SANOS DEL ESTUDIO .....	87
6.2.1	Grosor de los tendones según el peso.....	87
6.2.2	Grosor de los tendones según la altura .....	90
6.2.3	Grosor de los tendones según la edad .....	92
6.2.4	Grosor de los tendones según el sexo .....	92
6.2.5	Grosor de los tendones según las razas.....	93
6.3	RANGOS ESTÁNDAR PARA EL GROSOR DEL TENDÓN DE ORIGEN DEL MÚSCULO BÍCEPS BRAQUIAL EN LOS PERROS SANOS DEL ESTUDIO .....	95
6.4	HALLAZGOS DESCRIPTIVOS EN LOS PACIENTES CON COJERA DEL ESTUDIO .....	96
6.5	HALLAZGOS CUANTITATIVOS EN LOS PACIENTES CON COJERA DEL ESTUDIO .....	97
6.5.1	Grosor de los tendones según el peso.....	99
6.5.2	Grosor de los tendones según la altura .....	100
6.5.3	Grosor de los tendones según la edad .....	102
6.5.4	Grosor de los tendones según el sexo .....	103
6.5.5	Grosor de los tendones según raza .....	103
7	DISCUSIÓN .....	109
8	CONCLUSIONES .....	121
9	POSIBILIDADES FUTURAS.....	125
10	RESUMEN .....	129
11	ABSTRACT .....	133
12	BIBLIOGRAFÍA .....	137



## **ABREVIATURAS**





## ABREVIATURAS

A	Arteria
Aa	Arterias
Ant	Anterior
Acro	<i>Acromion</i> / Acrómion
BBT	<i>Biceps brachii tendon</i> en inglés
Cap art	<i>Capsula articularis</i> / Cápsula articular
Cap h	<i>Caput humeri</i> / Cabeza del húmero
Cau	Caudal
cm	centímetro/s
Cra	Craneal
Der	Derecha
Dist	Distal
Izq	Izquierda
Kg	Kilogramos
KHz	Kilohertz
Hum	<i>Humerus</i> / Húmero
Lab Glen	<i>Labrum glenidale</i> / Labio glenoideo
Lat	Lateral
Lig Trv	Ligamento transverso
M	Músculo
m	Metros
Ms	<i>M. supraspinatus</i> / M. supraespinoso
Mi	<i>M. infraspinatus</i> / M. infraespinoso
Mbb	<i>Muscuusi biceps brachii</i> / Músculo bíceps braquial
Med	Medial
MHz	Megahercio
Mm	Músculos
mm	Milímetros
ms	Milisegundos
N	Nervio
Nn	Nervios
OC	Osteocondritis
Post	Posterior
Prox	Proximal
RM	Resonancia magnética
s	Segundo/s
S Ch	Superficie de la <i>Caput humeri</i> / Superficie de la cabeza del húmero
Scp	<i>Scapula</i> / Escápula
S int	<i>Sulcus intertubercularis humeri</i> / Surco intertubercular
TAC	Tomografía axial computarizada
Tbb	<i>Tendo biceps brachii</i> / Tendón bíceps braquial
Tb M	<i>Tuberculum majus</i> / Tubérculo mayor
Tb m	<i>Tuberculum minus</i> / Tubérculo menor
TCG	Compensación Tiempo-Ganancia
THI	Imagen armónica tisular (Siglas en inglés de “ <i>Tissue harmonic Image</i> ”)
Tub Sg	<i>Tuberculum supraglenoidale</i> / Tubérculo supraglenoideo
US	<i>Ultrasound</i> en inglés



## **INTRODUCCIÓN**



# **1 INTRODUCCIÓN**

Desde los primeros descubrimientos acerca de los ultrasonidos a finales del siglo XIX y principios del siglo XX, el hombre ha buscado paralelamente posibles utilidades a este fenómeno físico, inicialmente de desarrollo para aplicaciones industriales y posteriormente médicas. Actualmente los ultrasonidos son una herramienta diagnóstica esencial en la valoración de muchas patologías de órganos cavitarios y tejidos blandos. Su mayor atractivo es la ausencia de efectos secundarios en comparación con la radiología (Thrall, 2007).

Indiscutiblemente los ultrasonidos traían consigo un mayor número de ventajas, incluyendo el poder tener una visión parcial de aquellos tejidos que no se evaluaban bien por los rayos X. Así se va desarrollando el concepto claro de Ecografía, entonces una vez más, los veterinarios esperan pacientemente que se alcance el desempeño suficiente de la ecografía en medicina humana, para que esté disponible para ser utilizada en animales domésticos.

Las primeras publicaciones relacionadas con la utilización de la ecografía como ayuda diagnóstica en veterinaria, aparecen a principios de los años 70, aunque desde la década de los 60 ya se realizaban investigaciones en este campo (Lindahl, 1972). Esta nueva técnica despierta un gran interés, publicándose numerosos trabajos en los años posteriores sobre el diagnóstico ecográfico de la gestación en diferentes especies animales domésticas, tanto de grandes como de pequeños animales.

En los años 80, comienzan a aparecer artículos sobre la aplicabilidad de la ecografía en animales (Rantanen y Ewing III, 1981) y también de ecografía abdominal en perros y gatos. Desde entonces la evolución de la ecografía en estas especies ha sido paralela a las investigaciones en medicina humana. También durante esta época se presentan publicaciones iniciales sobre ecografía articular en humanos (Harcke *et al*, 1988; Hall, 1989) y en perros (Weigel *et al*, 1983), pero su utilidad en el área de ortopedia veterinaria queda un poco rezagada, probablemente debido a lo difícil de la evaluación ecográfica de las articulaciones del perro, ante la imposibilidad de los ultrasonidos para penetrar a través del tejido óseo.

En veterinaria, durante mucho tiempo, curiosamente y al contrario de lo que ha sucedido en traumatología humana y en la especie equina, la utilidad de la ecografía para el

diagnóstico de problemas articulares se ha mantenido infravalorada en perros, teniendo en cuenta que puede ofrecer información importante de los tejidos blandos que rodean las articulaciones.

Muchas patologías del miembro anterior del perro que cursan con cojera, se localizan en la articulación del hombro y/o los tejidos adyacentes, siendo las más comunes la tenosinovitis bicipital y la tendinopatía del músculo supraespinoso (Tabar Barrios y Mayo Robles, 2000; Bardet, 2002; Mckee y Macias, 2004). Aunque parece que estos problemas son menos frecuentes en perros que en humanos, se ha comprobado que diferentes lesiones del tendón y músculo bíceps braquial pueden diagnosticarse mediante ecografía (Long y Nyland, 1999), y su prevalencia puede ser superior a la consideración actual, dado que el estudio de este tema no se ha desarrollado suficientemente y no existen protocolos diagnósticos.

Otros procedimientos actualmente disponibles muy útiles en el diagnóstico de patologías ortopédicas son la artrocentesis, artrografía, artroscopia, la tomografía axial computarizada (TAC) y la resonancia magnética (RM); pero hay diversos factores que dificultan su aplicación: el ser invasivos algunos, dar resultados de apariencia normal, o la implícita necesidad de ser realizados bajo anestesia, o la disponibilidad económica para llevarlos a cabo. Por ello, la radiografía sigue siendo la primera herramienta diagnóstica en los problemas articulares en perros (Davidson *et al*, 2000; Devitt *et al*, 2007; Murphy *et al*, 2008).

Durante los últimos años se ha mencionado la utilidad de la ecografía en la evaluación de las patologías del tendón bíceps braquial, así como de otras lesiones que afectan la articulación del hombro, por lo que se hace necesario ampliar y desarrollar métodos que optimicen el examen ecográfico en pacientes caninos domésticos para ofrecer a ellos y a sus propietarios un mejor servicio clínico y aumentar la posibilidad de obtener un diagnóstico completamente acertado (Kramer *et al*, 1997; Long y Nyland, 1999; Kramer *et al*, 2001).

## **REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**





## **2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 PRINCIPIOS DE ECOGRAFÍA**

#### **2.1.1 Desarrollo histórico de los ultrasonidos y su aplicación en medicina humana**

La observación de Lazzaro Spallanzani en 1794, respecto a la utilización del murciélago de ecos inaudibles para el hombre durante su vuelo nocturno, debe considerarse como el punto de inicio de esta parte de la física y de sus aplicaciones.

En 1826, Jean-Daniele Colladon, en Suiza, realizó las primeras investigaciones acerca de la velocidad del sonido en el agua. Cincuenta años más tarde Lord Rayleigh (1877) publica el primer libro sobre las leyes que rigen el sonido (*"The Theory of Sound"*).

Francis Galton (1876) generó ultrasonidos con el "silbato de Galton" usado para controlar perros por medio de sonido inaudible a los humanos. Aunque sin duda alguna, uno de los descubrimientos más importantes fue realizado por los hermanos Jacques y Pierre Curie (1881), quienes publicaron los resultados obtenidos al experimentar la aplicación de un campo eléctrico alternante sobre cristales de cuarzo y turmalina, los cuales produjeron ondas sonoras de muy altas frecuencias y al que denominaron "efecto piezoeléctrico". Este consiste en la propiedad que tienen algunos cristales de desarrollar un voltaje en respuesta a una presión aplicada, es decir la generación de electricidad en respuesta a una estimulación mecánica y viceversa.

A finales del siglo XIX, la comunidad física trabajó fundamentalmente en el estudio en los principios físicos de las ondas sonoras, su propagación, transmisión y refracción.

Poco después del hundimiento del Titanic (1912), Richardson, sugirió la utilización de ecos ultrasónicos para detectar objetos sumergidos, patentando su aparato (Richardson, M.L.F. (1912) *Apparatus of warning a ship at sea of its nearness to large objects wholly or partly under water. Br. Pat. No. 1125*). Poco después, durante la Primera Guerra Mundial, se trabajó intensamente en ésta idea, intentando detectar submarinos enemigos.

En 1917, Langevin y Chilowsky produjeron el primer generador piezoeléctrico de ultrasonido, cuyo cristal servía también como receptor, y generaba cambios eléctricos al recibir vibraciones mecánicas. El aparato fue utilizado para estudiar el fondo marino, como una sonda ultrasónica para medir profundidad. Durante la Segunda Guerra Mundial, el sistema inicial desarrollado por Langevin y Chilowsky, se convirtió en el equipo de norma para detectar submarinos, conocido como *ASDIC* ("*Allied Detection Investigation Committe*"). Además se colocaron sondas ultrasónicas en los torpedos, las cuales los guiaban hacia sus blancos. Más adelante, el sistema se convertiría en el *SONAR* ("*Sound Navegation and Ranging*"), cuya técnica muy mejorada es norma en la navegación actual.

La utilidad del ultrasonido como método de exploración médica fue iniciada por Gohr y Wedekind en la *Medical University of Koln* en Alemania en 1940, quienes publican un artículo "*Der Ultraschall in der Medizin*", describiendo la posibilidad de detectar tumores o abscesos en el cerebro empleando los mismos principios de reflexión del sonido.

Ese mismo año Dussik, psiquiatra de origen austríaco, desarrolla un procedimiento para detectar tumores en los ventrículos cerebrales mediante ultrasonidos al que denomina "hiperfonografía". Este curioso método consistía en sumergir la cabeza del paciente en agua con dos transductores que emitían ultrasonidos de 1,2 MHz (1 MHz = 1'000.000 ciclos/segundo), y registraban los cambios del sonido en un papel sensible al calor (método similar a los rayos X). Pocos años después, Howry (1947) detectó estructuras de tejidos blandos al examinar los reflejos producidos por el ultrasonido en diferentes interfases.

En Mayo de 1948 se lleva a cabo el Primer Congreso de Ultrasonido en Medicina en Erlangen (Alemania). En 1950, Dognon y Dénier mejoran los métodos de registro de imágenes y proponen el término "ultrasonoscopia" para la técnica. En esa misma década, en Estados Unidos, Ludwig, visualiza cálculos en vesícula y explora tejidos blandos animales basado en la metodología de *Radar* y *Sonar*. También determinó la velocidad del sonido en los tejidos animales (1540 m/s), cuyo valor que se sigue utilizando hoy día.

En 1951, hizo su aparición el "ultrasonido compuesto", en el cual un transductor móvil producía varios disparos de haces ultrasónicos desde diferentes posiciones, y hacia un área fija. Los ecos emitidos se registraban e integraban en una sola imagen. En 1952, Howry y Bliss publicaron imágenes bidimensionales del antebrazo *in vivo*; y Wild y Reid también lo hicieron

de los tumores de mama y obtuvieron un 90% de certeza en la diferenciación entre lesiones quísticas y sólidas. Hasta ese momento la ecografía se realizó por inmersión.

En 1959, Satomura utiliza por primera vez el “ultrasonido doppler” en la evaluación del flujo de las arterias periféricas y en 1964 apareció la técnica doppler para estudiar las carótidas, con gran aplicación en neurología.

En 1966, Kichuchi introdujo la "ultrasonocardiografía sincronizada", usada para obtener estudios en 9 diferentes fases del ciclo cardiaco, usando un transductor rotatorio y una almohada de agua. Un año más tarde se inicia el desarrollo de transductores de Modo A para detectar el corazón embrionario. En 1968, Sommer describió el desarrollo de un scanner electrónico con 21 cristales de 1.2 MHz, que producía 30 imágenes por segundo y que fue realmente el primer aparato en reproducir imágenes de tiempo real, con una resolución aceptable.

En 1971 la introducción de la escala de grises marcó el comienzo de la creciente aceptación mundial del ultrasonido en diagnóstico clínico y Aloka® en 1982 anunció el desarrollo del Doppler a color en imagen bidimensional. Un año más tarde aparece el primer equipo comercial de Doppler a color que permitió visualizar en tiempo real y a color el flujo sanguíneo.

Desde entonces el progreso del ultrasonido ha sido muy lento, pese a estar ligado a los computadores, y lamentablemente aún no se ha generalizado su unión a las telecomunicaciones (telesonografía). Se han digitalizado los equipos, pero se han desaprovechado los beneficios de la digitalización.

### **2.1.2 Aplicación de los ultrasonidos en medicina veterinaria**

Aunque la mayor parte de las investigaciones se realizaron inicialmente con animales, los resultados se extrapolaron a la medicina humana y la introducción de este sistema de exploración ha sido mucho más lenta en medicina veterinaria, debido en primer lugar a una relativa carestía de los aparatos y en segundo, y más importante, la correcta formación de especialistas.

Las primeras aplicaciones tanto en medicina veterinaria como en humana tienen objetivos similares, terapéuticos y de diagnóstico de gestación dada a la inocuidad de los US. Los efectos de calentamiento y cavitación de los ultrasonidos producen una reactivación vascular en focos inflamatorios crónicos, lo cual permitía redirigir el proceso inflamatorio. Su aplicación eliminó la aplicación de los agresivos “puntos de fuego” en el tratamiento de algunas patologías (Mannel, 1954; Downer, 1976; Lang, 1980).

En 1972, se registra la primera publicación acerca de la utilización de la ecografía como ayuda diagnóstica de la gestación en ovejas (Lindahl, 1972). A partir de esta fecha se publican otras muchas investigaciones sobre el diagnóstico ecográfico de gestación en diferentes especies domésticas.

En la década de los años 80, surgen las primeras publicaciones específicas de ecografía abdominal en perros y gatos; y también sobre la posible utilización de la ecografía articular en perros (Rantanen y Ewing III, 1981; Weigel *et al*, 1983). Desde entonces, se producen una gran cantidad de publicaciones en las que se detallan las características de los órganos normales y patológicos en la cavidad abdominal y la cavidad torácica, así mismo se desarrolla la ecocardiografía.

Respecto al sistema musculoesquelético, probablemente debido a la dificultad que presenta la interpretación de las imágenes y al desarrollo de otras técnicas de diagnóstico y tratamiento (endoscopia, RMN, TAC), el desarrollo del diagnóstico ecográfico a este nivel queda retrasado.

Es a partir de la década de los 90, con el desarrollo de equipos más modernos, cuando vuelve a cobrar interés el estudio y evaluación articular ecográfica en perros, al igual que en humanos. La mejora de las características de los equipos ha fomentado desde el principio el interés por establecer los protocolos de evaluación y los estándares normales de las diferentes estructuras (incluidos los tejidos blandos) que forman parte de las articulaciones.

Quizás en el campo de la traumatología las lesiones estadísticamente más importantes son las de las articulaciones de la cadera y la rodilla.

A finales de los años 90 se publican artículos específicos de ecografía del hombro en pequeños animales (Kramer *et al*, 1997; Siems *et al*, 1998; Long y Nyland, 1999), abriendo una nueva área de investigación y aplicación clínica en veterinaria.

La exploración ecográfica de las articulaciones comienza también en la década de los 80 (Weigel *et al*, 1983), pero su evolución es mucho más lenta y esto es debido sin duda a que la imagen en este caso es muy parcial (Kramer y Gerwing, 1996; Carrig, 1997; Kippenes y Johnston, 1998).

No obstante en los últimos años estamos asistiendo a avances considerables en la evaluación ecográfica de las lesiones de los tejidos blandos que rodean a la articulación (Breur y Blevins, 1997; Mitchell y Innes, 2000; Kramer *et al*, 2001).

Durante los últimos años se ha mencionado la utilidad de la ecografía en la evaluación de las patologías del tendón bíceps braquial, así como de otras lesiones que afectan la articulación del hombro, por lo que se hace necesario ampliar y desarrollar métodos que optimicen su examen ecográfico en pacientes caninos domésticos, para ofrecerles a ellos y a sus propietarios un mejor servicio clínico y aumentar la posibilidad de obtener un diagnóstico completamente acertado (Kramer *et al*, 1997; Long y Nyland, 1999; Kramer *et al*, 2001).

Se han descrito muchas cojeras del miembro torácico que cursan con alteraciones de la articulación escapulo-humeral debido sin duda a sus características anatómicas. La tenosinovitis bicipital y la tendinopatía del supraespinoso son las patologías más comunes (Tabar Barrios y Mayo Robles, 2000; Bardet, 2002; Mckee y Macias, 2004).

En la especie humana el “hombro doloroso” engloba una serie de lesiones que tienen en común el síntoma del dolor y su diagnóstico está perfectamente descrito utilizándose para ello la exploración ecográfica (Lin *et al*, 2000; Backhaus *et al*, 2001; Teefey *et al*, 2005; Awerbuch, 2008). En la especie canina la frecuencia de patologías de esta articulación parece mucho menor y la bibliografía ecográfica es muy escasa.

Aunque existen otros procedimientos diagnósticos muy útiles como la artrocentesis, la artrografía, la artroscopia o la RM, también son mucho más invasivos y ocasionan costes al propietario significativamente mayores, por lo que actualmente la radiografía sigue siendo la

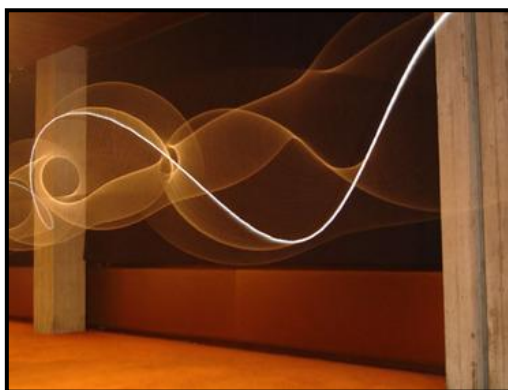
primera herramienta diagnóstica en los problemas de esta articulación en el perro (Davidson *et al*, 2000; Devitt *et al*, 2007; Murphy *et al*, 2008).

Actualmente las tres ramas de utilización de las propiedades de los ultrasonidos (industrial, diagnóstica y terapéutica) siguen vigentes.

### **2.1.3 Principios físicos de la ecografía**

La ecografía puede definirse como un medio diagnóstico basado en las imágenes obtenidas mediante el procesamiento de los ecos reflejados por las estructuras corporales, gracias a la acción de pulsos de ondas ultrasónicas.

En física, el sonido se define como un fenómeno de propagación de ondas producidas por la vibración de un cuerpo. Estas ondas son elásticas, pueden ser audibles o no y se propagan a través de un medio también elástico. Este fenómeno incluye transporte de energía, pero no de materia, a través de la materia sólida, líquida o gaseosa. Se describen como ondas longitudinales, porque las vibraciones del cuerpo que lo producen van en la misma dirección del sonido (Purcell y Pujal, 2001) (Figura 1).



**Fig. 1. Fenómeno de propagación del sonido.**

Representación esquemática de ondas muy similares al sonido (Extraído de la dirección electrónica <http://agaudi.wordpress.com/2007/03/23/daniel-palacios-jimenez-waves/>).

Desde un punto de vista coloquial, el sonido queda restringido a un espectro de frecuencias determinado que se puede percibir por el aparato auditivo humano en condiciones fisiológicas y este espectro de frecuencias audibles es muy variable según las especies.

El ultrasonido se define como un “tren” de ondas mecánicas, generalmente longitudinales, originadas por la vibración de un cuerpo elástico y propagadas por un medio material y cuya frecuencia supera la del sonido audible por el género humano: 20.000 ciclos/s (20 KHz) aproximadamente. Estas ondas sonoras corresponden a la rarefacción y compresión periódica del medio en el cual se desplazan como se aprecia en la figura 2.

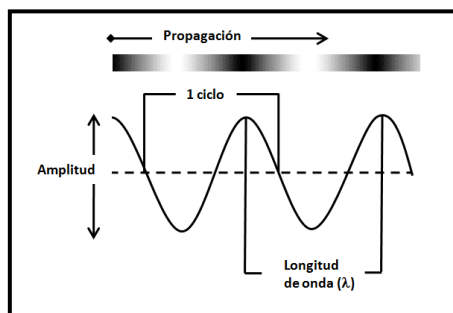


Fig. 2. Gráfica de desplazamiento de las ondas sonoras.

Las vibraciones de un cuerpo elástico cuya frecuencia es mayor a 500 MHz se denominan microsonidos. El sonido audible por el hombre se encuentra entre los 20 Hz y los 20 KHz. El infrasonido se encuentra por debajo de los 15 Hz.

Los ultrasonidos son ondas sonoras con una frecuencia igual o mayor de aproximadamente 20.000 ciclos por segundo (20 KHz), superior a la audible por el hombre (Rantanen y Ewing, 1981) (Figura 3).

Los sistemas de diagnóstico ultrasónico emplean frecuencias entre 2 y 15 MHz dependiendo de la estructura anatómica que se desea evaluar (Nyland y Mattoon, 2004).

La frecuencia y la longitud de onda son dos parámetros importantes para obtener la imagen. Las frecuencias tienen una relación inversamente proporcional a la longitud de onda, por lo cual frecuencias muy altas tienen longitudes de onda cortas y dan imágenes de muy buena resolución; pero al mismo tiempo, la frecuencia es inversamente proporcional a la profundidad de penetración en el tejido estudiado. Por todo ello al utilizar mayores frecuencias, disminuye la longitud de onda, dando una mayor resolución de los tejidos examinados, pero con escasa penetración (Rantanen y Ewing III, 1981; Nyland y Mattoon, 2004).



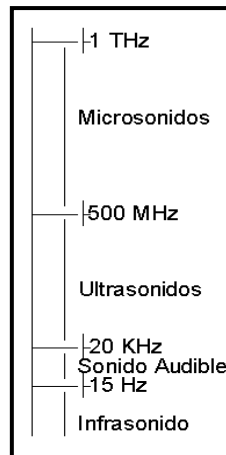


Fig. 3. Esquema del espectro del sonido.

La reflexión es una de las propiedades de las ondas sonoras que se utiliza para formar la imagen. Cuando un “tren” de ondas atraviesa dos medios de diferente densidad, la velocidad del tren de ondas varía de un medio a otro y produce reflexión y refracción del sonido. La reflexión se produce por el brusco cambio de la velocidad del sonido y la densidad del medio (Rantanen y Ewing III, 1981) (Figura 4). Las interfases son los límites entre medios de diferentes impedancias. Considerando la impedancia ( $Z$ ) igual al producto de la densidad de un medio ( $D$ ) por la velocidad del sonido ( $V$ ) en dicho medio:

$$Z = D \times V$$

#### 2.1.4 Interacción del ultrasonido con los tejidos

Una vez que el haz ultrasónico penetra en el tejido, parte de la energía es absorbida, produciéndose la conversión de dicha energía en calor, debido a la fricción producida por el movimiento longitudinal de las moléculas en respuesta al paso de los ultrasonidos.

A medida que los “trenes” de ondas se desplazan a través del tejido se produce una atenuación del haz sonoro. Este mismo efecto de atenuación sucede con los ecos que regresan al transductor. La atenuación es proporcional a la frecuencia de ultrasonido empleada y a la impedancia del medio.

Dependiendo de la textura de los tejidos atravesados, cuando se presentan interfases pequeñas e irregulares se produce una dispersión de los “trenes” de ondas, este efecto

también se conoce como reflexión difusa. Estos ecos contribuyen a reconstruir la imagen de la “textura” del parénquima en los órganos abdominales, aunque pueden no representar la anatomía real. Con transductores de mayor frecuencia aumentan la dispersión, mejorando la textura.

Cuando el ultrasonido alcanza una interfase en ángulo oblicuo, el cambio de velocidad hace que el haz se refracte, lo cual puede producir un artefacto de localización inadecuada de la estructura representada (Figura 4).

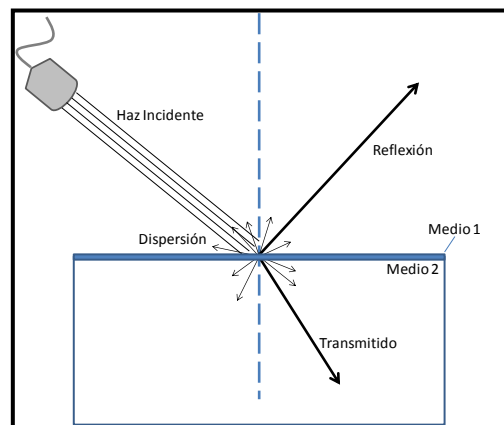


Fig. 4. Interacciones físicas de los ultrasonidos (Modificado de Nyland, 1999).

### 2.1.5 Producción de los ultrasonidos

Como se mencionó anteriormente, se denomina efecto piezoeléctrico a la propiedad, descrita por los hermanos Curie, que tienen algunos cristales de convertir energía eléctrica en energía cinética y viceversa. Un cristal piezoeléctrico de los utilizados en la fabricación de los ecógrafos se desplaza superficialmente a una longitud de  $10^{-3}$  mm, a una tasa de muchos millones de veces por segundo. Este movimiento que no es perceptible al ojo humano, es el necesario para producir un “tren” de ondas ultrasónicas.

Los cristales piezoeléctricos naturales más comunes son el cuarzo, las sales de Rochelle, el sulfato de litio, la turmalina y el fosfato dihidrógeno de amonio. Actualmente en los equipos ecográficos se utilizan cristales artificiales de ferrocerámica como el titanato de bario, el metabionato y el titanato de zirconio (Thrall, 2007).

### 2.1.6 Principios de ecografía

Indiscutiblemente los ultrasonidos parecen tener un gran número de ventajas frente a otros métodos de diagnóstico por imagen. Por una parte ofrecen una evaluación de los tejidos blandos mejor que la ofrecida por los rayos X, a lo que hay que añadir una perfecta inocuidad tanto para el paciente como para el clínico que realiza la exploración. Por otra parte actualmente son mucho más baratos que otros métodos como la RMN o la TAC.

Los primeros aparatos utilizados para practicar la ecografía (*scanners* ultrasónicos o ecógrafos) eran estáticos, es decir que producían una imagen fija, similar a la obtenida en radiología convencional. Esto llevó a clasificar apresuradamente el ultrasonido como una rama de la radiología, ya que evidentemente son muy diferentes. A estas dos formas de diagnóstico se añadieron otras técnicas como la RM y la TAC, quedando todas integradas en una gran área denominada diagnóstico por imagen.

Los avances tecnológicos y especialmente los informáticos de las últimas décadas, ha impulsado radicalmente el desarrollo de todos los campos de las ciencias sanitarias. Los equipos son cada vez más pequeños y livianos, permiten sondas que pueden penetrar incluso vasos de pequeño calibre y la imagen digital ofrece imágenes mucho más nítidas. Otras mejoras significativas de los equipos son el carácter tridimensional de la imagen, el color, la telesonografía, etc. Todos estos progresos han convertido a la ecografía en una rama de la medicina con carácter multidisciplinario, que requiere en muchos casos una especialización en ciertas áreas.

### 2.1.7 Transductores

El diagnóstico ecográfico utiliza la técnica del “eco pulsado”, enviando paquetes de ondas al tejido, el transductor actúa como emisor y receptor gracias al efecto piezoeléctrico. El modo emisor tiene lugar cuando se aplica un voltaje a la superficie del cristal del transductor, produciendo una expansión del cristal y el modo receptor tiene lugar cuando una presión comprime la superficie del cristal en el transductor y lo hace liberar un voltaje en su superficie.

Un pequeño porcentaje del paquete de ondas emitido es reflejado al pasar por las diferentes interfases y vuelve al transductor que la traduce en un pequeño voltaje. El mayor porcentaje de energía atraviesa las diversas interfases y penetra a regiones más profundas (Figura 5).

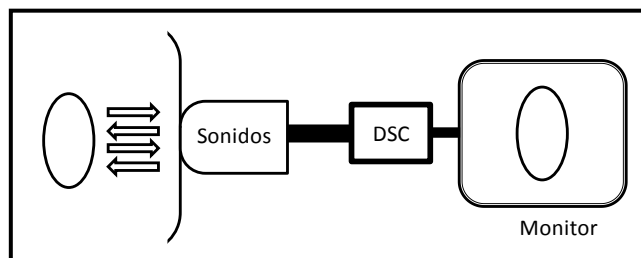


Fig. 5. Esquema del funcionamiento de una sonda ecográfica.

La corriente eléctrica que actúa sobre el cristal es inferior a 1.0 ms, que es el tiempo necesario para emitir el equivalente a 2-3 longitudes de onda (lo que equivale a 5-6 ms aproximadamente). Posteriormente queda en silencio el tiempo suficiente para recibir los ecos superficiales y de tejidos profundos y seguidamente emitir el siguiente pulso.

La mayoría de equipos de ultrasonidos emiten entre 500 y 3000 pulsos/s, con un promedio de 1000 pulsos/s, lo cual se conoce como frecuencia del pulso de recepción.

Un pulso está formado por tres componentes o fases: fase emisora, fase de equilibrio y fase receptora. La fase emisora corresponde a la utilizada para la generación del haz acústico; la fase receptora corresponde a la usada para la recepción de los ecos provenientes de las interfases, tanto de las superficiales y medias, como profundas; y la fase de equilibrio corresponde al tiempo del pulso durante el cual no hay emisión ni recepción de ondas sonoras.

En un transductor que emite una frecuencia de 1000 pulsos/s, la duración de cada pulso será de 1 ms, en el cual, como ya vimos, la fase emisora durará 5-6 ms. El tiempo restante: 994 ms, o sea 99.4% del tiempo queda para las fases de equilibrio y receptora.

La mayoría de ecógrafos tienen una profundidad de exploración máxima de 20 cm. Como la velocidad del sonido en los tejidos es de aproximadamente 1540 m/sg, el tiempo empleado desde la emisión del haz ultrasónico hasta la recepción de los ecos provenientes de las interfases más profundas será:

$$\frac{40\text{cm}}{154000 \text{ cm/s}} = 0,26\text{ms}$$

Las fases de equilibrio separan en el tiempo las fases activas y permiten el procesamiento de los ecos sin interferencias de los pulsos precedentes y siguientes. Como el tiempo empleado en el recorrido de las ondas depende de la velocidad del sonido, cuando existen grandes diferencias en la impedancia de las diferentes fases, la relación tiempo-distancia deja de ser lineal y se producen artefactos, que serán descritos posteriormente.

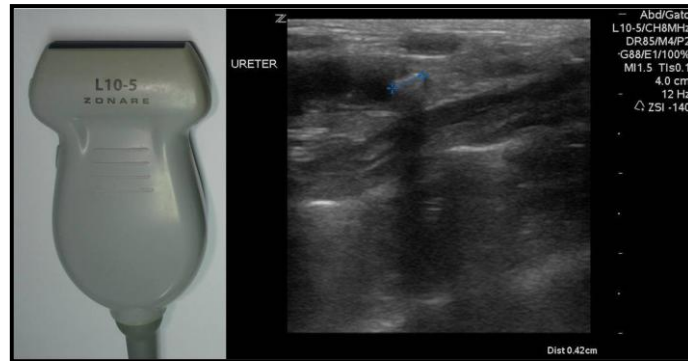
### 2.1.8 Tipos de sondas

Inicialmente se utilizaban transductores mecánicos que empleaban varios tipos de movimientos con un único cristal. Estos transductores no permitían un enfoque variable y las partes móviles se desgastaban fácilmente.

Actualmente las sondas que se emplean carecen de partes móviles. Se denominan de alta resolución o tipo “array”, siendo sectoriales en tiempo real por la forma del haz de ultrasonido que emiten y por la imagen resultante en el monitor que es de sector o triangular.

Aunque pueden tener diferentes configuraciones, las más comunes son las lineales, las convexas, las de fase y las anulares.

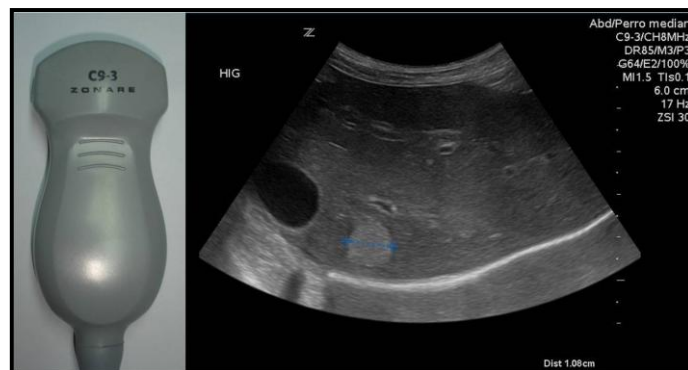
La sonda lineal tiene varios cristales dispuestos en línea dentro del transductor con forma de barra, de manera que el haz de ultrasonido se dirige a través de un campo rectangular (Figura 6).



**Fig. 6. Detalle de una sonda lineal con la imagen ecográfica obtenida.**  
En la imagen de la derecha se presenta un cálculo causando obstrucción ureteral.

Existen diferentes sondas lineales con distintos tamaños y frecuencias. El problema de este tipo de sondas es que debido a su mayor superficie de contacto es difícil colocarlas en ciertas zonas anatómicas como debajo del esternón o en los espacios intercostales.

Las sondas convexas de alta resolución tienen un campo de visión más amplio que las lineales. También se fabrican con diferentes frecuencias y tamaños, que permiten su uso en diferentes exploraciones en general (Figura 7).



**Fig. 7. Detalle de una sonda de tipo convexa con con la imagen ecográfica obtenida.**  
En la imagen de la derecha se presenta una estructura nodular en el parénquima hepático.

Los transductores de alta resolución de fase son lineales sin partes móviles y producen un campo de visión sectorial. Al poder dirigir el haz en diferentes direcciones, el tamaño de la sonda es pequeño y el campo de visión aumenta con la profundidad del tejido. Tienen poca visibilidad en el campo cercano, pero son muy útiles en la evaluación de órganos profundos como el corazón (Nyland y Mattoon, 2004) (Figura 8).

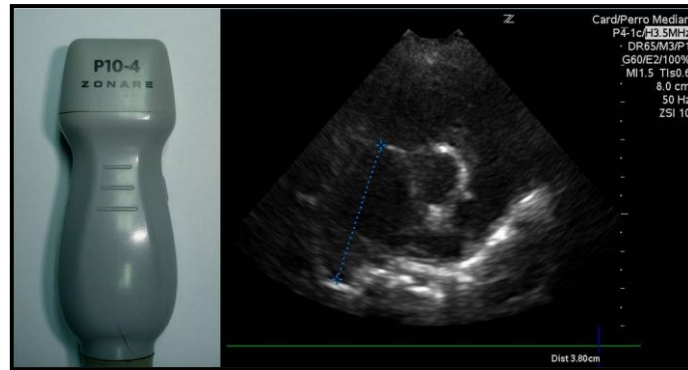


Fig. 8. Transductor sectorial con la imagen ecográfica obtenida en una exploración cardíaca.

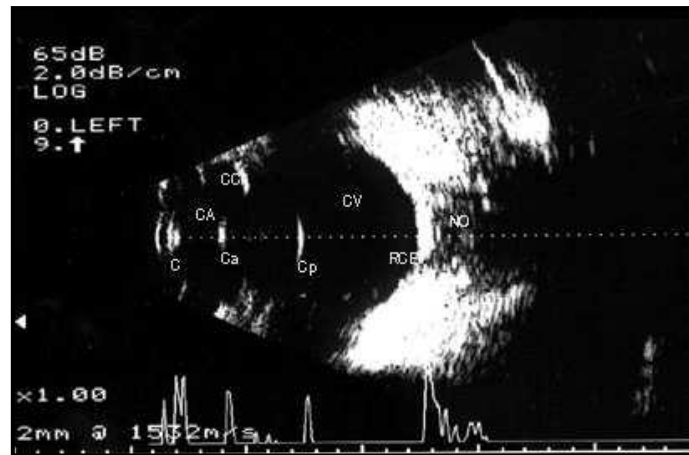
## 2.1.9 Modos de presentación de la imagen ecográfica

### 2.1.9.1 Modo A

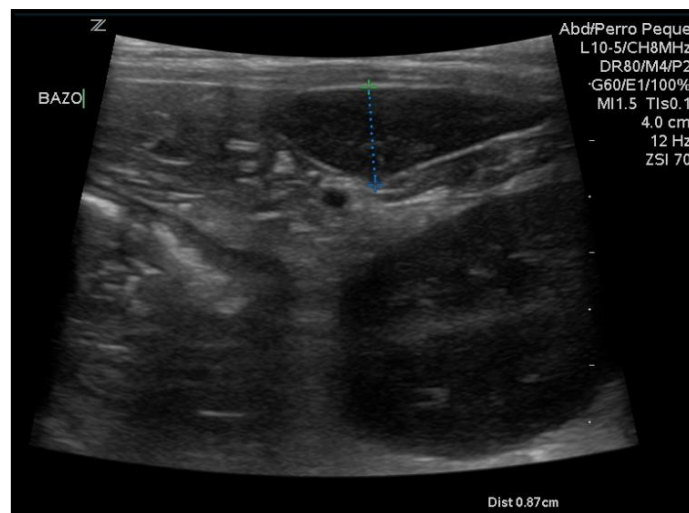
Este modo es el menos utilizado, aunque es el idóneo en oftalmología por su precisión en las medidas de longitud y profundidad. En su representación los ecos y la amplitud se muestran como picos que se originan de una línea base vertical. La profundidad se ve como una progresión desde la parte superior hasta el fondo de la línea base. La posición de los picos a lo largo de la línea base representa la profundidad en la que se originan los ecos y la altura de los picos representa la amplitud con la que esos ecos regresan (Figura 9).

### 2.1.9.2 Modo B

Representa los ecos como puntos, el brillo o la escala de grises es proporcional a la amplitud de los ecos de regreso y la posición corresponde a la profundidad a la que el eco se origina a lo largo una línea única desde el transductor. En su representación el transductor está en la parte superior de la pantalla y la profundidad aumenta hacia el fondo (Figura 10).



**Fig. 9. Imagen ecográfica de un globo ocular en modo A.**  
(Fuente: Memorias curso avanzado de ecografía en pequeños animales – Forvet 2008).

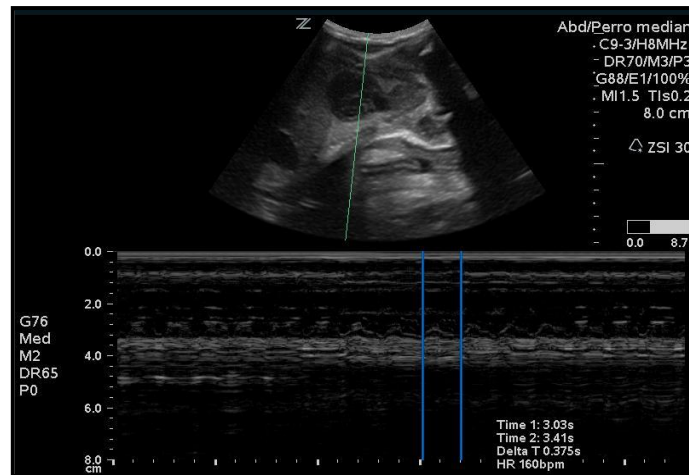


**Fig. 10. Imagen ecográfica en modo B.** Exploración abdominal en decúbito dorsal de un perro. Se visualizan parte del bazo, el riñón izquierdo y el estómago.

### 2.1.9.3 Modo M (Movimiento)

Este modo es el principalmente usado en ecocardiografía junto con el modo B. Registra la profundidad en el eje vertical y el tiempo en el eje horizontal. La línea de puntos se extiende a lo largo del monitor dando un registro lineal en la representación espectral de la parte inferior. El movimiento de los puntos se registra a lo largo del tiempo. Esta representación espectral es muy útil para tomar medidas exactas de las cámaras cardiacas (Figura 11).

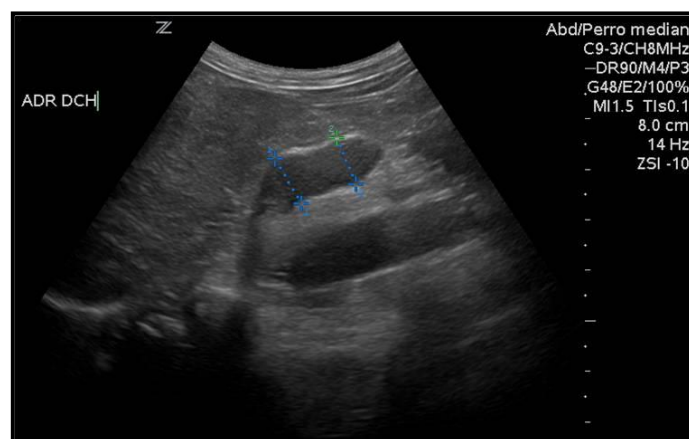




**Fig. 11. Imagen ecográfica del modo M.**  
Evaluación de la frecuencia cardíaca de un feto en gestación mediante modo M con el espectro de movimiento en la parte inferior.

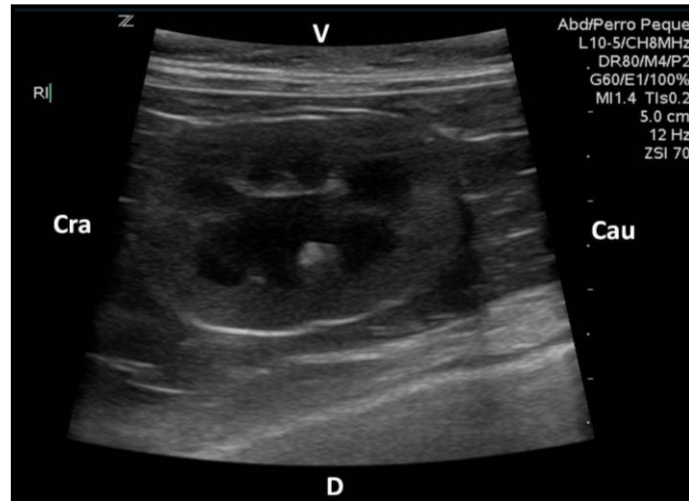
#### 2.1.9.4 Modo B en tiempo real

Estos transductores representan una imagen en movimiento y tonos grises de secciones anatómicas transversales. Se logra barriendo muchas veces por segundo con un haz de ultrasonidos estrecho y focalizado, a través de un campo de visión triangular, lineal o convexo. Los pulsos de ultrasonido se emiten y sus ecos son recibidos secuencialmente a lo largo de cada línea de modo B del campo, formando una imagen completa del sector. Cada línea va siendo remplazada por el subsiguiente haz de ultrasonido. Ubicando el transductor se obtienen diferentes cortes anatómicos como sagitales, transversales, lineales y oblicuos (Nyland y Mattoon, 2004) (Figura 12).



**Fig. 12. Imagen ecográfica del modo B en tiempo real.**  
En la figura se aprecia un corte longitudinal de la glándula adrenal derecha en un perro.

El tono de color gris que se asigna a cada punto depende de la amplitud o fuerza con que regresa cada eco. Los ecos de bajas intensidades representan casi negros, los de media intensidad en tonos grises y los de alta intensidad en blanco (Nyland y Mattoon, 2004). Los transductores tienen una marca que corresponde a otra en la imagen del monitor para una correcta identificación (Figura 13).



**Fig. 13.** Imagen ecográfica de un riñón izquierdo en un corte longitudinal en modo B en tiempo real. La marca del monitor (Z) corresponde a la marca en el transductor.

Para mejorar la visualización de determinadas estructuras es posible cambiar el voltaje aplicado a los cristales, lo cual permite regular la intensidad de sonido aumentando o disminuyendo la potencia. A mayor voltaje, mayor será la intensidad transmitida a los tejidos y también la amplitud de los ecos que regresan. Idealmente se debe trabajar con potencias bajas, para mejorar la resolución y evitar la presencia de artefactos (Burk y Feeney, 2003).

También es posible amplificar los ecos reflejados, independientemente de su profundidad de origen. Esto es lo que se denomina ganancia. La ganancia está asociada a un control que elimina los ecos más débiles, de los tejidos más profundos, que no contribuyan de manera importante a la formación de la imagen. Si el control de rechazo no se realiza correctamente y se sitúa muy alto, también se perderán ecos importantes (Nyland y Mattoon, 2004) (Figura 14).



Fig. 14. Control de ganancia general de un ecógrafo.

Es evidente que los ecos provenientes de tejidos más profundos son más débiles que los que se producen en tejidos superficiales, debido a la mayor atenuación del sonido. Para disminuir este efecto existen controles de compensación tiempo-ganancia (TCG) que permiten aumentar la ganancia a medida que el tiempo de regreso del eco es mayor. Así de esta forma se compensan selectivamente los ecos más débiles que llegan al transductor desde las estructuras más profundas.

La TCG se visualiza en los ecógrafos como una línea en la parte lateral. Algunos aparatos utilizan independientemente una ganancia cercana, una pendiente de atenuación y otro control de ganancia lejana. Los equipos actuales tienen un conjunto de cursores independientes que permite ajustar mejor la compensación tiempo-ganancia (Cordula Poulsen *et al*, 2000) (Figura 15).



Fig. 15. Controles TCG de un ecógrafo.

La imagen de la izquierda muestra los controles TCG y a la derecha se indica la línea que lo representa en el monitor.

### 2.1.10 Artefactos

Los artefactos son una representación alterada de las estructuras de las cuales se está obteniendo una imagen. Se producen por efectos de la interacción del sonido con las diferentes estructuras e interfases entre ellas así como por una incorrecta utilización de los equipos, ajuste incorrecto de los controles del equipo, protocolos de exploración inapropiados, preparación defectuosa del paciente o descuidos por parte del ecografista. Los artefactos son bien conocidos: espesor falso, imagen especular, lóbulo lateral, refracción, sombra acústica, refuerzo posterior, reverberación, sombra lateral y velocidad no constante.

El **espesor falso** se presenta generalmente en la vesícula biliar y en la vejiga, cuando los ecos que se encuentran fuera de la estructura son representados erróneamente dentro de ella, dando la apariencia de sedimento. Se diferencia situando todo el haz de ultrasonido dentro de la estructura quística, desapareciendo así el artefacto o mediante la observación del posible sedimento, ya que el real tendrá una interfase plana, mientras que el artefacto se verá como una línea curva.

Se pueden producir **imágenes especulares** cuando en la exploración ecográfica se encuentran superficies reflectantes grandes y redondeadas como sucede en la interfase diafragma-pulmón, produciendo una imagen en espejo del hígado en la cavidad torácica, simulando una hernia diafragmática. El transductor emite y recibe ecos en línea recta, y al recibir repeticiones de un eco, estas llegan en diferentes tiempos, ubicándolos en puntos distales en la imagen. Este artefacto también se puede ver en el tracto gastrointestinal con gas.

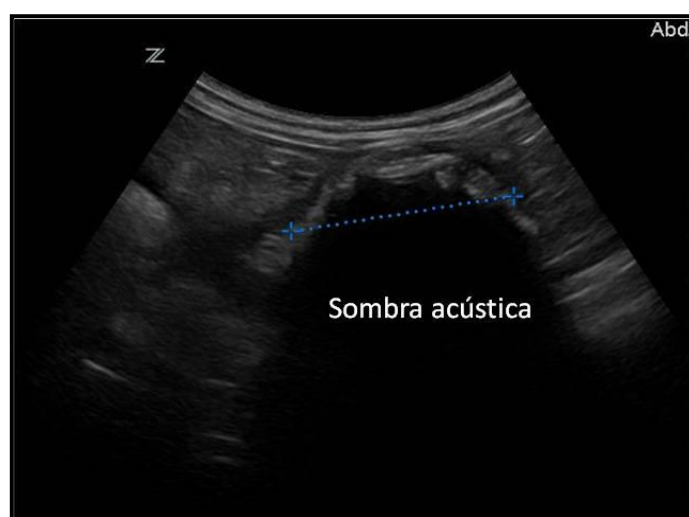
En el caso de que el transductor emita un haz de ultrasonidos que está compuesto de un haz principal y haces secundarios, laterales al primero, se puede producir un efecto denominado **lóbulo lateral**, cuando los haces laterales interactúan con una interfase muy reflectora, de manera que sus ecos pueden ser representados en el trayecto de ultrasonido principal aunque su origen no sea este. Este artefacto suele presentarse en superficies curvas como el diafragma, la vesícula biliar o la vejiga. Es posible controlarlo fácilmente con los controles de ganancias o cambiando de posición el transductor.

La **refracción** puede dar lugar también a imágenes no reales. Cuando el haz de ultrasonidos pasa a través de tejidos de diferente impedancia acústica, el sonido que pasa a la fase más profunda cambia de dirección lo que puede hacer que un órgano sea representado

en una posición incorrecta e inducir a errores en las mediciones. Se puede observar como una doble imagen. Se presenta comúnmente entre el bazo y el hígado, con el tejido adiposo del omento que se encuentra cercano a ellos.

Algunas estructuras pueden reflejar o absorber casi por completo el ultrasonido que reciben, generando gran atenuación posterior a ellas, que se verá como una zona de poco eco a continuación. Este artefacto, se denomina **sombra acústica** y lo pueden producir el gas o el hueso, creando sombra acústica sucia o limpia respectivamente. Por ejemplo, los cálculos urinarios presentan este tipo de artefacto (Figura 16).

Se denomina **refuerzo posterior** a un artefacto que es el caso opuesto a la sombra acústica. En este caso, el ultrasonido pasa a través de una estructura de baja atenuación, permitiendo que la mayoría de ultrasonidos alcancen estructuras posteriores con excelente refracción de sus ecos. Se visualiza como una zona de mayor brillo bajo la estructura de poca atenuación como pueden ser la vesícula biliar y la vejiga urinaria. Este artefacto es importante para la diferenciación de quistes y masas.



**Fig. 16. Detalle del artefacto sombra acústica.**

En este caso se trata de un artefacto producido por un cuerpo extraño presente en el interior del intestino delgado de un perro.

La existencia de dos o más superficies reflectantes puede producir **reverberación** del sonido que se evidencia como varias líneas ecogénicas paralelas a lo largo de la imagen. Este artefacto puede ser producido por la piel, hueso o más frecuentemente por las asas intestinales con contenido de gas.

En los márgenes laterales de estructuras quísticas, como la vejiga urinaria y la vesícula biliar, pueden producirse **sombras laterales**, debido a la baja velocidad del sonido a través del líquido, lo que ocasiona una importante refracción en la interfase líquido-tejido. Este artefacto se visualiza en estructuras como la vejiga urinaria y la vesícula biliar.

Los equipos de ultrasonido están configurados para hacer cálculos de distancia del eco teniendo en cuenta la velocidad estándar del sonido en los tejidos (1540 m/s). En el caso que algún tejido, como por ejemplo la grasa, presente una velocidad del sonido diferente (**velocidad no constante**), el equipo ecográfico situará erróneamente los puntos de los ecos en el monitor, pudiendo provocar errores en la medición de algunos órganos (Nyland y Mattoon, 2004; Thrall, 2007).

#### **2.1.11 Interpretación y terminología**

Dado que el estudio ecográfico es la visualización de cortes tomográficos de un paciente hechos con ultrasonido, el ecografista tiene que estar capacitado en el conocimiento anatómico e interpretación tridimensional de la especie examinada, para realizar una correcta identificación de las estructuras, su imagen normal y los cambios que pueden presentar los diferentes órganos en condiciones patológicas. Así mismo, también debe conocer los principios del ultrasonido que le permitan reconocer los diferentes artefactos que pueden presentarse en las imágenes obtenidas.

La terminología que se emplea en ecografía, se refiere principalmente a la intensidad de los ecos, la atenuación de los mismos por parte de los tejidos y la textura que muestra cada órgano individualmente. Las estructuras con mucha intensidad de ecos se denominan hiperecogénicas o ecogénicas, y las de baja intensidad son hipoecogénicas. Las áreas que no tienen ecos se llaman anecoicas.

Los líquidos y la sangre se visualizan de color negro (anecogénico) porque de ellos no regresan muchos ecos. A medida que la celularidad de estos líquidos aumenta, como en el caso de aumento de células o detritus, la ecogenicidad aumentará de manera progresiva (ecogénico).

Los órganos y tejidos corporales se observan en diferentes tonos de gris, permitiendo establecer diferencias ecogénicas entre ellos que sirven para diferenciar la ecogenicidad normal de cada uno, la cual podrá ser alterada por cualquier proceso patológico que afecte a uno o varios órganos.

La grasa es muy ecogénica y teniendo en cuenta que se puede situar en diferentes partes, es importante poder distinguirla de los diferentes órganos corporales.

En cuanto a la textura, los términos homogéneo y heterogéneo son los empleados teniendo en cuenta la uniformidad o irregularidad del tejido que se está visualizando.

Independientemente de las definiciones y terminología empleada, estas siempre estarán bajo el concepto del ecografista que lleve a cabo la exploración, por lo que pueden existir diferencias conceptuales de un paciente entre distintos evaluadores.

La orientación convencional del transductor se realiza mediante la marca que este posee en su extremo y que coincide con una marca respectiva en la imagen del monitor. De acuerdo a la posición en que se tenga colocado al paciente y la localización de la sonda sobre el, la marca debe dirigirse hacia craneal, dorsal o derecha del paciente, de tal forma que el extremo izquierdo del monitor sea craneal y el lado derecho caudal; o medial y lateral respectivamente (Kramer *et al*, 2001; Penninck y D'Anjou, 2008).

## **2.2 APLICACIONES ACTUALES DE LA ECOGRAFÍA EN EL DIAGNÓSTICO CLÍNICO VETERINARIO**

En las últimas dos décadas se ha producido un amplio desarrollo de la ecografía en medicina veterinaria, tanto en el equipamiento como en la capacitación de profesionales. Se han logrado establecer protocolos de exploración en diversas regiones anatómicas y órganos específicos en los animales domésticos. La ecografía abdominal general en pequeños animales es una práctica rutinaria en las clínicas veterinarias. La ecocardiografía, aunque no es tan común como la ecografía abdominal, también ha tomado parte importante en el examen clínico veterinario.

La ecografía individual de los diferentes órganos del cuerpo del perro, puede decirse que se encuentra en distintos niveles de desarrollo, siendo la renal y hepática probablemente las que lideran los estudios a nivel práctico y científico. Junto con ellas, se están desarrollando también avances en ecografía vascular, digestiva, reproductiva, ganglionar, glandular, etc. (Barberet *et al*, 2010; Liles *et al*, 2010)

La ecografía es una técnica complementaria tanto para el examen clínico, como para otras pruebas diagnósticas. Las biopsias percutáneas y las punciones aspirados con aguja fina guiados por ecografía, son solo una parte del procedimiento diagnóstico de masas tumorales o del estudio de órganos.

Actualmente se está dando gran importancia a la ecografía musculoesquelética y del sistema nervioso periférico (Guilherme y Benigni, 2008). La primera porque es una herramienta imprescindible para el estudio de los tejidos blandos que conforman las articulaciones, imposibles de valorar radiológicamente; y respecto a la ecografía del sistema nervioso periférico, por interés quirúrgico ya que permite la localización y el bloqueo regional de nervios periféricos, de esta forma es posible disminuir las dosis de anestésicos inhalatorios en los procedimientos ortopédicos (Bagshaw *et al*, 2009; Echeverry *et al*, 2010).

Respecto a las publicaciones sobre la aplicación de los ultrasonidos en tejido muscular, estas comenzaron en los años 50 centrándose sobre todo en sus efectos físicos. En los años 80 aparecen las primeras publicaciones específicas de diagnóstico musculoesquelético en la especie humana (Dillehay *et al*, 1984; Fornage, 1987; Crass *et al*, 1988; Brandt *et al*, 1989; Kaplan *et al*, 1990; Jacobson, 1999), generando un permanente y progresivo interés en esta técnica durante los siguientes años (Backhaus *et al*, 2001; Chau y Griffith, 2005; Awerbuch, 2008). Durante la década de los 90 comienzan a aparecer en la bibliografía los primeros artículos en animales, específicamente en caballos (Dik, 1993; Dik, 1993; Gibson *et al*, 1997). Hasta entonces, el examen físico, la artroscopia, la artrografía e incluso la artrotomía exploratoria, eran las técnicas diagnósticas más comunes, complementarias a los estudios radiológicos convencionales (Goring y Price, 1987; LaHue *et al*, 1988; Rivers *et al*, 1992; Van Ryssen *et al*, 1993; Muir, 1997; Long y Nyland, 1999; Meier *et al*, 2001).

Otros métodos de diagnóstico por imagen, como la fluoroscopia y la medicina nuclear, también han sido utilizados en veterinaria para la evaluación de animales con cojera (Hoskinson y Tucker, 2001).



Las técnicas ultrasonográficas son rápidamente puestas en práctica por los ecografistas de pequeños animales, publicándose diversos artículos en perros y gatos en los años 90 (Reed *et al*, 1995; Kramer y Gerwing, 1996; Kramer *et al*, 1997). Durante esta década la ecografía se utilizó en veterinaria principalmente para detectar trayectos fistulosos, cuerpos extraños, abscesos musculares y lesiones tendinosas en caballos (Siems *et al*, 1998).

A partir de la aparición de nuevas técnicas como la TAC y la RM (Van Bree *et al*, 1993), gran parte de las investigaciones ortopédicas y musculoesqueléticas de pequeños animales, se dirigen hacia estas técnicas, desviando considerablemente el interés por indagar más en las aplicaciones de la ecografía en las áreas muscular y tendinosa (Schaefer y Forrest, 2006; Murphy *et al*, 2008).

## 2.3 ANATOMÍA DEL HOMBRO DEL PERRO

La articulación del hombro o escapulohumeral (*Articulatio humeri*) se sitúa entre los huesos húmero (*Humerus*) y escápula (*Scapula*).

La articulación del hombro, se clasifica como una enartrosis de movilidad pluridireccional, teniendo un rango de movilidad más amplio para los movimientos de flexión y extensión (Tabar Barrios y Mayo Robles, 2000), que para los de abduccion, aducción o rotación.

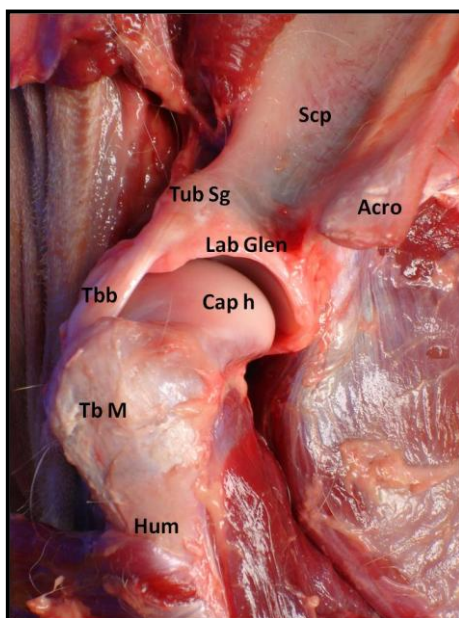
Se caracteriza por un amplio rango de movilidad que se obtiene por una escasa cobertura de la cavidad glenoidea (*Cavitas glenoidalis*) sobre la cabeza del húmero (*Caput humeri*) y una cápsula articular (*Capsula articularis*) amplia con solo dos zonas (lateral y medial) donde se produce un engrosamiento del tejido y que actúan como ligamentos. La estabilidad de esta articulación queda sobre todo a cargo de la musculatura que la rodea. Por otra parte las grandes diferencias morfológicas entre individuos de diferentes razas hacen que las fuerzas mecánicas a las que se someten las diferentes estructuras sean muy diferentes.

Los perros acondroplásicos, como el Teckel o el Bulldog, presentan los huesos de las extremidades cortos y curvados en diferentes grados por lo cual, aunque tengan la misma

estructura anatómica, la dinámica de la articulación puede ser sensiblemente diferente (Martínez *et al*, 2007).

Los perros normolíneos son todos aquellos que mantienen una contextura ósea convencional con los huesos de las extremidades largos, donde predomina la longitud sobre el grosor y aunque no son totalmente rectos, sus curvaturas o angulaciones son ligeras y no tan marcadas como los acondroplásicos.

La cabeza del húmero es grande y semiesférica, y se articula con la cavidad glenoidea de la escápula, comparativamente mucho más pequeña y plana. La superficie cartilaginosa de la cavidad glenoidea es la tercera parte de la cabeza del húmero, cubriendo solamente una porción de esta, por lo cual esta cavidad posee un rodete fibrocartilaginoso que amplía su superficie y profundidad que se denomina labio glenoido (*Labrum glenoidale*) (Schaller, 2007; Sager *et al*, 2009) (Figura 17). Las superficies articulares son esféricas y de curvatura similar (Miller y Evans, 1993; Mckee y Macias, 2004).



**Fig. 17. Anatomía de la Articulatio humeri.** Scapula (Scp), Acromion (Acro), Tuberculum supraglenoidale (Tub Sg), Labrum glenoidale (Lab Glen), Caput humeri (Cap h), Tendo biceps brachii (Tbb), Humerus (Hum). Vista lateral.

La cápsula articular del hombro del perro tiene una membrana fibrosa que no se inserta en el borde de las superficies articulares en algunas partes, uniéndose varios milímetros distal de la parte articular de la cabeza del húmero, fusionándose con el periostio (*Periosteum*) en el cuello del húmero (*Collum humeri*). Además presenta adherencias a los tendones de los Mm. Subescapular (*Tendo subscapularis*) e infraespinoso (*Tendo infraspinatus*)

que actúan como ligamentos extrínsecos. Medial y lateralmente la cápsula articular está engrosada irregularmente para formar los ligamentos glenohumerales lateral y medial (*Ligg. glenohumeralia*). En la parte proximal, la cápsula se inserta periféricamente al labio glenoideo formando una bolsa, excepto medialmente, donde se une más proximal, formando una *Bursa synovialis* (Bardet, 1998; Laborda Val *et al*, 2009) (Figura 18).

Una estructura muy importante en la estabilidad de esta articulación es el M. bíceps braquial (*Musculi biceps brachii*) que se inserta proximalmente en el tubérculo supraglenoideo (*Tuberculum supraglenoidale*) de la escápula dando lugar a un potente tendón que se desliza caudalmente por el surco intertubercular (*Sulcus intertubercularis*) situado en el aspecto anteromedial de la epífisis proximal del húmero (*Epiphysis proximalis humeri*).

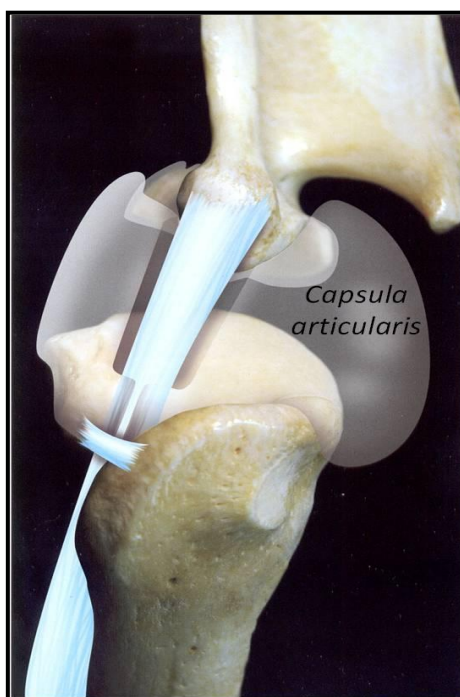


Fig. 18. Representación esquemática de la *Capsula articularis* de la *Articulatio humeri* del perro (Laborda Val *et al*, 2009).

El músculo bíceps braquial participa en la extensión de la articulación y su porción tendinosa actúa como un ligamento intra-articular. Para ello el tendón es envuelto por parte de la cápsula, extendiéndose juntos a través del suco intertubercular del húmero. Pasan posteriores al ligamento transversal humeral, que va del tubérculo mayor (*Tuberculum majus*) al tubérculo menor (*Tuberculum minus*) formando un túnel, con lo cual impide la salida del tendón del surco intertubercular. Craneomedialmente la cápsula articular se fusiona al

ligamento transversal del húmero. Para facilitar el deslizamiento del tendón, entre la cápsula y el tendón de origen del músculo Bíceps braquial existe un cojinete de grasa.

Medialmente la cápsula articular se une con el tendón del músculo Subescapular y lateralmente con los tendones de los Mm. Supraespinoso (*Tendo supraspinatus*) e infraespinoso (*Tendo infraspinatus*). El aspecto caudal de la cápsula articular es delgado y presenta varios sacos pequeños cuando se encuentra en distensión (Bardet, 1998; Mckee y Macias, 2004).

### 2.3.1 Biomecánica

En comparación a otras articulaciones, la articulación del hombro está entre las más móviles, siendo capaz de realizar movimientos en muchas direcciones diferentes, principalmente de flexión y extensión (Marcellin-Little *et al*, 2007).

Los ligamentos glenohumerales, en combinación con la cápsula articular y la musculatura periarticular, son los responsables primarios de la estabilidad del hombro (Vasseur, 1983; Tabar Barrios y Mayo Robles, 2000).

La estabilidad del hombro resulta de la combinación de diversos mecanismos, algunos que no requieren consumo de energía muscular (pasivos) y otros que si (activos) (Bardet, 2002). En la estabilidad pasiva participan los ligamentos y estructuras capsulares, la conformación articular, el labio glenoideo, el pequeño volumen articular y mecanismos de adhesión / cohesión.

Los ligamentos glenohumerales se encuentran lateral y medialmente en la superficie profunda de la cápsula articular. Son ligamentos anchos con haces de fibras que se invaginan en la cavidad articular desde la cápsula, de tal forma que las superficies internas y externas de los ligamentos están cubiertas con membranas sinoviales (Mckee y Macias, 2004).

El ligamento glenohumeral medial se dirige desde la cara medial (*Facies medialis*) del tubérculo supraglenoideo (*Tuberculum supraglenoidale*) de la escápula, hasta unirse a la cápsula articular en la zona donde el tubérculo menor se une al cuello del húmero. Este ligamento puede tener forma de banda ancha o de “Y” (más común en perros grandes). La

parte caudal del ligamento se une proximalmente en la cara medial de la cavidad glenoidea y la banda craneal se une aproximadamente 2 centímetros proximal a la caudal. La inserción distal humeral de este ligamento esta caudal al tendón subescapular (Bardet, 1998; Wernham *et al*, 2008). El ligamento glenohumeral lateral se inserta en el borde lateral de la cavidad glenoidea, en el cuello del húmero y la porción caudal del tubérculo mayor.

La cápsula articular forma un saco ciego que se une proximalmente a la periferia de la cavidad glenoidea en las caras craneal, lateral y caudal. Medialmente, la cápsula se une más proximal al labio glenoideo, formando un receso sinovial; y también se une a los tendones de los músculos Subescapular y Coracobraquial. Lateralmente se une además a los tendones de los Mm. infraespinoso (*M. infraspinatus*) y redondo menor (*M. teres minor*). La inserción de la cápsula articular en el cuello del húmero, se realiza varios milímetros distal a la zona articular de la cabeza del húmero, fusionándose con el periostio del cuello del húmero.

Otros mecanismos que contribuyen a la estabilidad de la articulación del hombro son la concavidad y la compresión; el labio glenoideo aumenta la profundidad de la cavidad glenoidea, brindando un excelente ajuste y estabilidad a la cabeza del húmero, potencializados por fuerzas de presión de los mecanismos activos (Bardet, 1998).

El labio glenoideo es un anillo fibroso que aumenta la superficie y profundidad de la cavidad glenoidea y sirve de unión para los ligamentos. Este anillo conecta el periostio glenoideo, el hueso, el cartílago articular, la sinovia y la cápsula articular. Con el líquido sinovial y las diferentes fuerzas de presión que se ejercen en esta zona se genera un mecanismo de adhesión-cohesión que brinda estabilidad a la articulación.

La estabilidad activa es generada por el tendón Bíceps braquial (tendón de origen del músculo bíceps braquial) y el resto de músculos que rodean la articulación formando una especie de cápsula formada por los Mm. Subescapular, Supraespinoso, Infraespinoso y Redondo menor. Los músculos y tendones de esta “cápsula músculo-tendinosa” están fusionados con la cápsula articular y los ligamentos glenohumerales; y la contracción selectiva muscular puede hacer los ligamentos más dinámicos, permitiéndoles responder a presiones articulares excesivas.

El tendón Bíceps braquial colabora con la estabilidad pasiva de la articulación del hombro del perro, especialmente en las posiciones neutral y de flexión y da estabilidad medial

durante la extensión del hombro (Sidaway *et al*, 2004). Durante la marcha, estos músculos también proporcionan estabilidad al hombro contrayendo y asentando la cabeza del húmero convexa en la cavidad glenoidea. Así mismo, la contracción selectiva de algunos músculos de la “cápsula músculo-tendinosa”, soportan las fuerzas de desplazamiento asociadas con la presión sobre la articulación en posiciones inusuales (Bardet, 1998).

### **2.3.2 Participación del tendón de origen del músculo bíceps braquial en la estabilidad de la articulación del hombro**

Experimentalmente se ha demostrado que las alteraciones del tendón Bíceps braquial permiten una mayor movilidad humeral en direcciones lateral, medial y craneal cuando la articulación del hombro se encuentra en posición neutral. En flexión, el desplazamiento aumenta en las direcciones craneal y lateral, mientras que en extensión, el desplazamiento del húmero es mayor hacia medial, confirmando que este tendón brinda estabilidad pasiva al hombro en los perros. De todas formas, esta estabilidad se complementa por el resto de los ligamentos de la articulación, ya que se ha comprobado que la luxación del hombro no es posible sin que estén alterados los ligamentos glenohumerales (Sidaway *et al*, 2004).

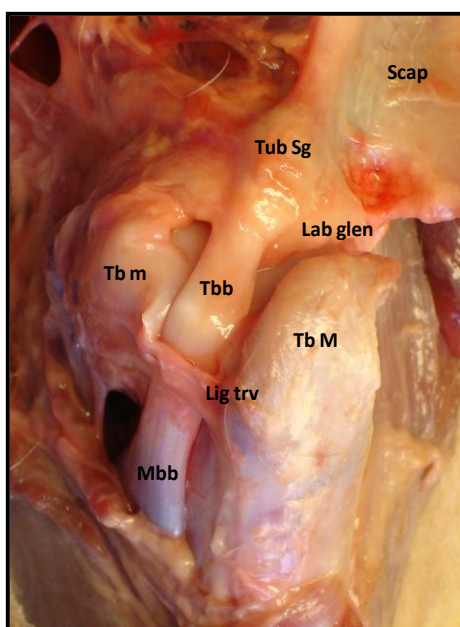
### **2.3.3 Músculo y tendón bíceps braquial**

El tendón de origen del músculo Bíceps braquial (tendón Bíceps braquial) surge del tubérculo Supraglenoideo y/o del labio glenoideo, en la cara craneal de la apófisis glenoidea (*Apophysis glenoidale*) de la escápula (Figura 19).

Parte de la cápsula articular rodea al tendón formando su vaina tendinosa sinovial (*Vagina synovialis tendinis*). El tendón se extiende por la cara cráneo-medial de la cabeza del húmero, distalmente por el surco intertubercular humeral donde es mantenido en su sitio por el ligamento transversal del húmero (Miller y Evans, 1993; Tabar Barrios y Mayo Robles, 2000; Wall y Taylor, 2002). Distalmente, el tendón Bíceps braquial se continúa con el músculo, tomando forma de huso (Figura 20).

La capa proximal de la bolsa sinovial (*Bursa synovialis*) se refleja hacia atrás sobre sí misma para formar una cápsula sinovial (*Capsula visceral*), permitiendo así que en estado de hiperextensión una pequeña porción del tendón sea extra-articular. La vaina sinovial tendinosa, contiene los vasos sanguíneos y nervios que lo suplementan (Bardet, 1998; Long y Nyland, 1999; Wernham *et al*, 2008).

El músculo Bíceps braquial es fusiforme y robusto, se encuentra situado craneomedialmente al húmero. Su inervación está a cargo del N. Musculocutáneo (*N. musculocutaneus*), que deriva de las ramas ventrales del VI y VII pares cervicales, con contribución ocasional del VIII par. En su origen estos nervios están relacionados con los Nn. pectorales craneales (*Nn. pectorales craneales*). El N. musculocutáneo pasa entre el M. coracobraquial (*M. coracobrachialis*) y la A. braquial (*Arteria brachialis*), descendiendo por la cara craneal del brazo. En la articulación del hombro proporciona la rama muscular proximal para los Mm. Coracobraquial y Bíceps braquial (Sisson *et al*, 2007).



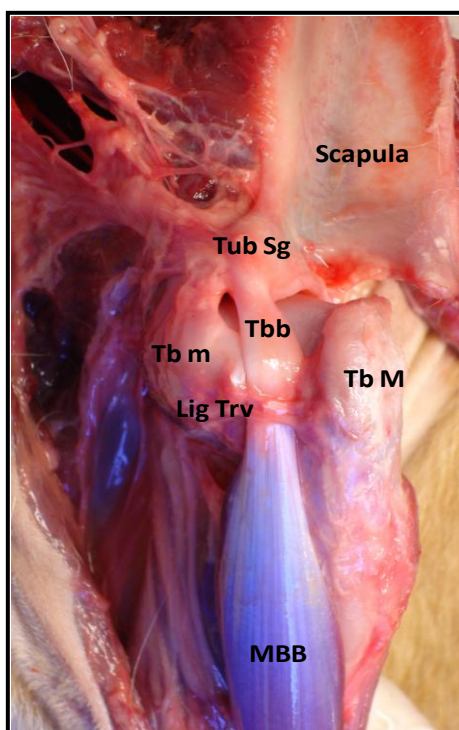
**Fig. 19. Anatomía de la Articulatio humeri. Aspecto craneal.**

Disección de la *Articulatio humeri* donde se visualizan: *Scapula* (Scap), *Tuberculum supraglenoidale* (Tub Sg), *Labrum glenoidale* (Lab glen), *Tendo biceps brachii* (Tbb), *Tuberculum majus* (Tb M), *Tuberculum minus* (Tb m), *Ligamento transverso* (Lig Trv) y el inicio del cuerpo del *Musculus biceps brachii* (Mbb).

El músculo Bíceps braquial, está irrigado principalmente por las Aa. bicipitales y profunda braquial (*Aa. bicipitalis* y *profunda brachii*), que junto con las Aa. circunfleja humeral craneal, transversa cubital y braquial superficial (*Aa. Circumflexa humeri cranealis, transversa*

*cubiti* y *brachialis superficialis*), son ramas de la arteria braquial que procede directamente de la A. axilar (*Arteria axillaris*).

El músculo Bíceps braquial flexiona el codo y extiende la articulación escápulo-humeral. El tendón de inserción del músculo Bíceps braquial se divide en dos partes en la región de la articulación humero-radio-cubital. La parte más fuerte se inserta en el olecranon (*Tuber olecrani*) y la más débil en la tuberosidad radial (*Tuberositas radii*).



**Fig. 20. Anatomía del *Musculi biceps brachii*. Vista Frontal.**

Disección donde se visualizan: *Scapula*, *Tuberculum supraglenoidale* (Tub Sg), *Tendo biceps brachii* (Tbb), *Tuberculum majus* (Tb M), *Tuberculum minus* (Tb m), *Ligamento transverso* (Lig Trv) y el inicio del cuerpo del *Musculus biceps brachii* (Mbb)

## 2.4 EXAMEN ECOGRÁFICO DE LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO

### 2.4.1 Técnicas de ecografía del bíceps braquial

Un correcto examen clínico del animal complementado con técnicas de imagen es la clave en el momento de emitir un diagnóstico, tratamiento y pronóstico de un hombro lesionado en un perro (Fahie, 2005; Agnello *et al*, 2008).



Actualmente, la ecografía del hombro y los tejidos anexos se suele realizar con transductores lineales, de frecuencias preferiblemente superiores a 10 MHz, aunque en sus inicios se realizó con transductores convexos de 5,0 MHz y 7,5 MHz (Bradley *et al*, 1995). En otras especies como los bovinos, se ha descrito también el estudio ecográfico de esta articulación con transductores de 7,5 MHz a 3,5 MHz aunque obviamente estas diferencias se deben al tamaño de los pacientes y la profundidad de las estructuras a evaluar (Altenbrunner-Martinek *et al*, 2007).

Para varios autores, la sedación de los pacientes es parte fundamental de la ecografía del hombro, porque se puede manipular la articulación del hombro sin que los animales se muevan por las posibles molestias que puedan sentir durante la exploración (Bruce *et al*, 2000; Kramer *et al*, 2001).

Como en toda exploración ecográfica es necesario depilar previamente la zona de la articulación y aplicar un gel adecuado.

El examen ecográfico del hombro del perro permite una excelente visualización de las partes craneal, caudal y lateral de esta articulación (Agnello *et al*, 2008). Debido a la conformación ósea de la articulación escapulohumeral, el empleo de sondas convexas disminuye la superficie de contacto y por lo tanto el tamaño de la ventana de observación. Todos los tendones y músculos se deben evaluar longitudinal y transversalmente.

Respecto a la técnica empleada en el examen ecográfico de la articulación, se han descrito dos protocolos generales que han sido utilizados por diversos autores.

El primero de ellos se inicia palpando la región anatómica del surco intertubercular del húmero (*Sulcus intertubercularis humeri*), situando el transductor en la localización del tendón. Posteriormente la exploración se realiza hacia distal tanto en corte transversal como longitudinal, valorando también la cápsula articular. Es importante orientar el transductor lo mas perpendicular posible al tendón para evitar el fenómeno de anisotropía que consiste en una alteración de la ecogenicidad dada por el ángulo en el que los ultrasonidos inciden en dicha estructura (Bruce *et al*, 2000). Se continúa el examen hasta la interfase músculo-tendinosa, para terminar en el cuerpo del músculo bíceps braquial. Una vez desarrollado este examen, se aborda nuevamente la articulación escapulohumeral para realizar un examen

dinámico que permite la valoración de las superficies óseas del húmero principalmente y de la escápula. El movimiento de abducción permite un mejor acceso a esta región anatómica.

El otro procedimiento comienza visualizando el cuerpo del músculo Bíceps braquial en la cara craneomedial de la diáfisis humeral para entonces dirigirse proximalmente hacia la interfase musculotendinosa y seguirlo hacia el tendón bíceps braquial y el surco intertubercular (Kramer *et al*, 2001).

El método seleccionado dependerá del ecografista. De cualquier manera, es muy importante valorar el tendón longitudinal y transversalmente entre los tubérculos mayor y menor del húmero. En esta zona no se diferencia claramente el ligamento humeral transversal que mantiene en su posición al tendón bíceps braquial y su membrana sinovial.

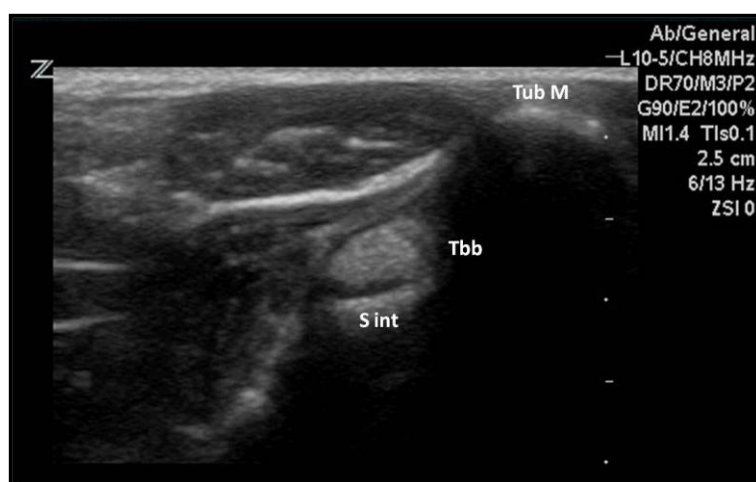
Parte de las estructuras intra-articulares del hombro se visualizan situando el transductor lateralmente en una orientación craneocaudal, distal al acromion (*Acromion*) (el cual sirve como punto de referencia) y realizando movimientos de aducción lentos y rotando simultáneamente el miembro anterior, mientras el transductor sigue en la misma posición (Kramer *et al*, 2001).

Examinar la parte craneal de la articulación del hombro es difícil por la presencia del tubérculo mayor, que sólo deja una pequeña superficie de contacto para la sonda lineal. La obtención de imágenes mediales se puede facilitar con el uso de transductores convexos por la relación entre el miembro anterior y la pared torácica.

#### **2.4.2 Examen ecográfico del tendón y músculo Bíceps braquial**

Utilizando la técnica proximal-distal, la exploración ecográfica del tendón Bíceps braquial comienza en el tubérculo Supraglenoideo. En la parte profunda de la imagen ecográfica se observa la superficie del húmero como una línea hiperecoica. En este punto el espacio articular se observa de hipoeico a anecoico y dorsalmente se distingue el tubérculo Supraglenoideo como una estructura hiperecoica, ligeramente convexa y asociada a sombra acústica.

En esta zona es complicado evaluar el tendón Bíceps braquial debido a la conformación anatómica que impide una óptima colocación del transductor para obtener buenas imágenes. Mas distalmente, el transductor se sitúa sobre la articulación cerca del surco intertubercular, también llamado surco bicipital. En esta parte la imagen transversal del tendón es óptima para evaluar su estructura, su cápsula y el surco, observándose como una estructura oval y uniformemente hiperecoica (Figura 21).



**Fig. 21. Imagen ecográfica transversal del *Tendo biceps brachii*.**

Se observan el *Tuberculum majus* (Tub M), el *Sulcus intertubercularis humeri* (S int) con su respectiva sombra acústica y el *Tendo biceps brachii* (Tbb) [Transductor líneas Zonare a 8 MHz].

En el corte longitudinal es muy importante situar el transductor perpendicularmente a las fibras del tendón para evitar que los artefactos de anisotropía puedan confundirse con lesiones. Se observa el tendón como líneas hiperecoicas paralelas (Wernham *et al*, 2008), separadas por sustancia interfibrilar hipoecoica (colágeno). El tendón se ve rodeado por un delgado halo hiperecoico correspondiente a la vaina sinovial tendinosa. Se pueden observar interfases delgadas, lineales y más hiperecoicas en los márgenes superficial y profundo, entre la pared de la vaina sinovial del tendón y la superficie del húmero respectivamente.

El tubérculo mayor aparece como una línea convexa hiperecoica en la cara lateral del surco intertubercular y del tendón. El tubérculo menor se observa solamente como una elevación de la línea reflectiva en la superficie del hueso.

El surco intertubercular se ve como una línea hiperecoica medianamente cóncava que se extiende entre las líneas reflectivas de los tubérculos.

Avanzando distalmente, se llega a la interfase musculotendinosa donde se aprecia el cambio de las fibras hiperecoicas tendinosas a la estructura hipoecoica del músculo. Longitudinalmente, el músculo Bíceps braquial se visualiza hipoecoico con una línea hiperecoica en el centro que representa el borde entre sus dos cuerpos musculares fusionados. A partir de esta línea central se extienden líneas hiperecoicas en un ángulo ligeramente oblicuo al eje longitudinal, dando la apariencia de “espina de pescado” o “pluma de ave”. En el corte transversal el músculo semeja el corte de una naranja (Penninck y D'Anjou, 2008).

Finalmente, se evalúa dinámicamente el tendón mediante flexión, extensión, abducción y aducción del hombro. Durante estas manipulaciones, la estructura fibrilar del tendón Bíceps braquial se visualiza en toda su longitud. Cuando la articulación esta flexionada, el espacio articular hipoecoico aumenta aproximadamente dos veces su tamaño original (Kramer *et al*, 2001).

### **2.4.3 Ecografía de la región peritendinosa**

Cuando se sitúa el transductor perpendicularmente a la articulación, en dirección cráneo-caudal, se puede observar la superficie de la cabeza del húmero como una línea hiperecoica semicircular continuada distalmente con sombra acústica. Esta línea hiperecoica debe ser continua y lisa.

La distancia a la cual se encuentra la superficie humeral depende de la masa muscular de cada individuo, variando entre 1 y 3 cm. Aunque la visualización de la cabeza del húmero en esta zona es muy buena, no se alcanza a evaluar completamente su superficie. Se debe valorar la integridad de la superficie y del cartílago articular, el cual aparece como una banda hipoecogénica en el centro de dos líneas hiperecoicas, la de la interfase espacio articular-cartílago y la de cartílago-hueso. El grosor de este cartílago puede variar entre 0,4 a 0,7 mm. Para evaluar mejor la cabeza del húmero, el ecografista tiene que realizar movimientos de angulación del transductor hasta donde se permita ver correctamente el tejido en valoración

(Vandeveldt *et al*, 2006). Se puede observar parte del espacio sinovial con la presencia de su líquido correspondiente.

## **2.5 PATOLOGÍAS DE LA ARTICULACIÓN DEL HOMBRO RELACIONADAS CON EL BÍCEPS BRAQUIAL**

Las alteraciones musculotendinosas de la articulación del hombro se consideran infrecuentes en perros, pero se caracterizan por conducir a episodios de cojera muy marcados (Fitch *et al*, 1997). Además las lesiones pueden involucrar una o más partes de la articulación, tanto anatómica como funcionalmente, por esta causa su clasificación es difícil, por lo que existen varias clasificaciones (Tabar Barrios y Mayo Robles, 2000; Kunkel y Rochat, 2008; Wernham *et al*, 2008).

Durante muchos años se han descrito varias lesiones del tendón bíceps braquial, como la tendinopatía bicipital, la ruptura parcial o completa del tendón, la avulsión del tendón del tubérculo supraglenoideo, la luxación medial del tendón, la formación de tejido cicatrizal, el trauma, la tendinitis, la presencia de osteofitos, el tendón bipartito, las dislocaciones y la tenosinovitis bicipital crónica. Las lesiones del tendón bíceps braquial se consideran como la tercera causa más común de cojera del hombro en perros, después de la inestabilidad y la osteocondritis disecante (OCD) de la cabeza del húmero (Johnston, 1998; Bardet, 1999; Clements *et al*, 2005; Wiemer *et al*, 2007).

Inicialmente, como patología del hombro se incluía cualquier lesión que produjera cojera (dolor) del miembro torácico y cuyo origen se localizara en alguna de las estructuras de la articulación escapulo-humeral (Tabla 1).

<b>Alteraciones periarticulares</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tendinitis (Tendones de supraespinoso, subcapular, infraespinoso y redondo menor)</li> <li>• Mineralización del <i>Tendo</i> supraespinoso</li> <li>• Tendinopatía / Calcificación del <i>Biceps brachii</i></li> </ul>
<b>Alteraciones de la articulación escapulo-humeral</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enfermedad articular degenerativa</li> <li>• Inestabilidad escapulo-humeral</li> <li>• Luxaciones y fracturas</li> <li>• Osteofitos en el <i>Labrum glenoide</i></li> <li>• Osteofitos en el <i>Tendo</i> del bíceps</li> <li>• Fractura del cartílago articular</li> <li>• Osteocondritis disecante</li> <li>• No unión del centro de osificación caudal de la cavidad glenoidea</li> <li>• Osteocondromatosis</li> <li>• Artritis séptica</li> </ul>
<b>Alteraciones locales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radiculopatía cervical</li> <li>• Plexopatía Braquial</li> <li>• Tumores</li> <li>• Del plexo braquial</li> <li>• Intratorácicos y otras lesiones</li> <li>• De la pared torácica</li> <li>• De la entrada torácica</li> <li>• Dolor referido</li> </ul>

Tabla 1. Causas de dolor en el hombro del perro (Bardet, 2002).

Para una mejor comprensión, posteriormente se desglosaron los grandes grupos, para clasificar las lesiones que afectan la articulación del hombro en el perro según el tejido afectado (Tabla 2).

<b>Lesiones tendinosas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tenosinovitis del Bíceps braquial</li> <li>• Ruptura del tendón Bíceps braquial</li> <li>• Ruptura del tendón Subescapular</li> <li>• Osificación bursal infraespinosa</li> <li>• Tendinopatía calcificante del Bíceps braquial</li> <li>• Tendinopatía calcificante del Supraespinoso</li> </ul>
<b>Lesiones de ligamentos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ligamento glenohumeral medial</li> <li>• Ligamento glenohumeral lateral</li> </ul>
<b>Lesiones musculares</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contractura del músculo infraespinoso</li> <li>• Contractura del músculo supraespinoso</li> <li>• Miopatía del Redondo menor</li> </ul>
<b>Fracturas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glenoidea / Cuello escapular</li> <li>• Cabeza del húmero</li> <li>• Tuberosidad supraglenoidea / Acromión</li> </ul>
<b>Neoplasias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sarcoma de células sinoviales</li> <li>• Osteosarcoma humeral proximal</li> <li>• Sarcoma histiocítico</li> </ul>
<b>Luxaciones</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Glenohumeral congénita</li> <li>• Glenohumeral traumática</li> </ul>
<b>Artritis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Osteoartritis</li> <li>• Artritis séptica</li> <li>• Poliartritis inmunomediada</li> </ul>
<b>Osteocondrosis</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cabeza humeral caudal</li> <li>• Osteofitos en surco intertubercular</li> </ul>

Tabla 2. Lesiones que afectan la articulación del hombro en el perro (Wernham *et al*, 2008).

En la tabla 3 se muestran las patologías de la articulación del hombro organizadas por orden de prevalencia. Mas recientemente se han descrito otras posibles causas de cojeras, como la osificación glenoide caudal incompleta, que puede afectar biomecánicamente a la articulación escápulo-humeral (Rochat, 2005; Cogar *et al*, 2008).

Actualmente se ha desarrollado el diagnóstico en la patología periarticular y en la tabla 4 se amplía la clasificación en patologías tendinosas y musculares (Mckee y Macias, 2004).

Inestabilidad articular
Osteocondritis disecante
Ruptura del tendón bíceps braquial
No unión del centro de osificación caudal de la cavidad glenoidea
Fractura de la cavidad o labio glenoideo
Lesión del cartílago articular
Artropatía inflamatoria
Contractura del músculo infraespinoso
Tenosinovitis bicipital
Fractura del tubérculo supraglenoideo
Artritis séptica

**Tabla 3. Principales patologías de la articulación del hombro según su prevalencia.**

Tendinosa	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruptura del tendón Bíceps braquial</li> <li>• Tenosinovitis Bicipital</li> <li>• Tendinopatía Bicipital mineralizante</li> <li>• Ruptura del tendón subescapular</li> <li>• Tendinopatía mineralizante del supraespinoso</li> <li>• Osificación Bursal Infraespinosa</li> </ul>
Muscular	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contractura del infraespinoso</li> <li>• Contractura del supraespinoso</li> <li>• Miopatía del Redondo menor</li> </ul>

**Tabla 4. Patologías tendinosas y musculares del hombro en el perro.**

Aunque en la tabla anterior sólo se mencionan tres lesiones del tendón Bíceps braquial que alteran la articulación del hombro, también se incluye la luxación del tendón bíceps braquial. También se han descrito algunos casos de ruptura de la vaina tendinosa (Innes y Brown, 2004).

### 2.5.1 Ruptura del tendón Bíceps braquial

Esta lesión se asocia a inestabilidad de la articulación del hombro en un alto porcentaje. La sintomatología varía de acuerdo a su etiología, presentándose los animales afectados con una cojera moderada. Se diagnostica fácilmente mediante el examen físico del

miembro afectado y los test de evaluación del Bíceps braquial (Wiemer *et al*, 2007). Generalmente la patología se confirma por observación directa mediante artroscopia. Hasta 1999 se consideraba que habían pocas publicaciones acerca de esta lesión y la poca información que se obtenía, correspondía a casos aislados (Bardet, 1999).

### **2.5.2 Tenosinovitis bicipital**

También conocida como tendinopatía bicipital, es una de las causas más comunes de cojera en perros de razas grandes y aquellos con mala condición física, aunque algunos autores han mencionado que no había muchos casos reportados (Barthez y Morgan, 1993).

Durante años su diagnóstico se realizaba por eliminación de otras posibles causas de cojera, así como por la respuesta al tratamiento instaurado (Bardet, 1999). La etiología de la tenosinovitis bicipital no ha sido bien comprendida hasta hace pocos años (Muir y Johnson, 1994; Stobie *et al*, 1995; Adamiak y Szalecki, 2003), y procesos patológicos que antes eran diagnosticados como tenosinovitis bicipital, ahora se sabe que pueden originarse en otros tejidos blandos de la articulación, gracias a técnicas de imagen como la ecografía o la RM, e incluso con exámenes histopatológicos (Davidson *et al*, 2000).

Esta tendinopatía consiste en la inflamación del tendón Bíceps braquial y la vaina sinovial que lo rodea (Wall y Taylor, 2002; Wernham *et al*, 2008). Generalmente el diagnóstico se hace con el examen clínico, radiografías, artrografía de contraste y artroscopia (Tabar Barrios y Mayo Robles, 2000; Adamiak y Szalecki, 2003).

Se considera primaria cuando se origina por inflamación del tendón del bíceps en su origen como resultado de sobre-uso o daño crónico. La forma secundaria se presenta en respuesta a enfermedad intra-articular, a la presencia de osteofitos migratorios de un proceso de osteocondritis disecante bajo el tendón o por ruptura o desgarro traumático de las fibras tendinosas (Denny y Butterworth, 2000; Gilley *et al*, 2002).



### 2.5.3 Luxación del tendón Bíceps braquial

La luxación o desplazamiento del tendón Bíceps braquial ha sido descrita en muchos casos clínicos en perros de razas Pastor Alemán, Afganos, Border Collies y también Greyhounds (Boemo y Eaton-Wells, 1995). Aunque esta lesión no es muy frecuente, en la mayoría de los casos se ha atribuido a ruptura del ligamento transversal del húmero (Vasseur, 1983; Goring *et al*, 1984; Brandt *et al*, 1989).

La luxación del tendón Bíceps braquial produce una cojera moderada. El desplazamiento medial del tendón se realiza mediante palpación y rotación externa del hombro. La extensión conduce nuevamente el tendón a su posición normal. La radiología simple no aporta mucha información y en la artrografía se puede evidenciar una pobre delineación del tendón en el surco intertubercular. El tratamiento de esta patología es quirúrgico y puede presentar complicaciones según la cronicidad de cada caso. En algunos casos, el desplazamiento del tendón Bíceps braquial puede conllevar a otras lesiones como la tendinosis del Supraespinoso (Fransson *et al*, 2005).

### 2.5.4 Tendinopatía mineralizante bicipital

De esta patología del tendón Bíceps braquial se han descrito pocos casos, además diagnosticados mediante radiografía (Bardet, 1999).

Se ha relacionado con la presencia de osteocondritis disecante y la mineralización del tendón bíceps braquial. Aunque su patogénesis no es clara, se cree que el trauma o la ruptura del tendón pueden alterar la irrigación sanguínea del mismo, produciendo hipoxia, la cual puede inducir la transformación del tendón en tejido fibrocartilaginoso, con la posterior osteogénesis mediada por los osteocitos (Muir *et al*, 1992) Actualmente se sabe que la cronicidad de estos procesos conlleva a calcificación de las estructuras.

**JUSTIFICACIÓN**



### **3 JUSTIFICACIÓN**

En la clínica veterinaria práctica, las consultas ortopédicas del miembro anterior representan un motivo de visita importante. Durante muchos años, más que un diagnóstico exacto, el procedimiento con estos pacientes se ha limitado a tratamientos analgésicos, antiinflamatorios, quietud y reposo; y posteriores controles para revisar la evolución de los pacientes. A pesar de ello, siguen presentándose pacientes con cojeras de miembro anterior, con dolor en la articulación del hombro y con ausencia de hallazgos radiográficos evidentes de lesión.

Se ha utilizado la ecografía para evaluar los tejidos blandos de la articulación del hombro en el perro, como se había venido haciendo en la especie humana, algunos investigadores han descrito imágenes de perros sanos y de patologías puntuales del Bíceps braquial y otros tejidos del hombro.

Sin embargo, no existen protocolos de estudio de esta articulación como ocurre en otros aparatos y sistemas. Para los veterinarios convencionales de clínica de pequeños animales, probablemente se dificulta un poco el abordaje ecográfico a sus pacientes con dolencias del hombro, debido a que no existen protocolos de examen que los oriente de manera clara en esta técnica diagnóstica.

Actualmente el ecógrafo es un elemento importante y común en las clínicas veterinarias, del cual no se obtiene su máximo rendimiento en el área ortopédica dado que las técnicas sobre el aparato musculo-esquelético no están tan desarrolladas como las de otros sistemas. La ecografía es un método no invasivo que presenta ciertas ventajas sobre otras técnicas como la TAC o la RM, en las que la adquisición de estos equipos implica una inversión económica muy grande, la realización de las pruebas resulta costoso, contando también con la necesidad de anestesiarse los pacientes.

En el contexto de la revisión bibliográfica presentada y lo mencionado en los párrafos anteriores, se hace necesario establecer protocolos de estudio claros que sirvan de base para establecer las diferencias en los animales que sufran alteraciones del tendón Bíceps braquial.



## **OBJETIVOS**



## **4 OBJETIVOS**

Considerando los antecedentes presentados en la justificación, en la presente Tesis se han planteado los siguientes objetivos:

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

Establecer un protocolo de evaluación ecográfica del tendón Bíceps braquial y estructuras anexas, en perros ortopédicamente sanos, que permita un examen completo, organizado y objetivo en pacientes con cojera de extremidad anterior y/o lesiones en la articulación del hombro.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Desarrollar un protocolo de examen ecográfico sistemático para una fácil y correcta evaluación del tendón Bíceps braquial en perros.

Describir los hallazgos anatómicos ecográficos del tendón Bíceps braquial y las estructuras anexas de los perros sanos de este estudio.

Establecer rangos estándar de la medida del tendón Bíceps braquial en función del peso, altura y otras variables en perros sanos.

Comparar descriptivamente los cambios hallados en algunos pacientes con cojera de extremidad anterior, con los hallazgos de los pacientes ortopédicamente sanos del estudio.





## **MATERIAL Y MÉTODOS**



## **5 MATERIAL Y MÉTODOS**

### **5.1 MATERIAL**

#### **5.1.1 Animales**

Para la realización de este trabajo se estudiaron un total de 85 perros, de los cuales 58 estaban clínicamente sanos, sin ningún tipo de sintomatología ortopédica o traumática. Así mismo se valoraron 27 pacientes que presentaban cojera de miembro anterior. Estos animales fueron examinados ecográficamente para comparar y discutir los hallazgos de estos, con los de los perros normales del estudio. En todos los pacientes se procedió al registro de los datos básicos de sexo, edad, peso y altura.

#### **5.1.2 Equipamiento**

##### **5.1.2.1 Ecógrafos y transductores**

Durante la realización de este trabajo de investigación, se tuvo la oportunidad de trabajar con 3 ecógrafos:

- Ecógrafo Philips SD 800 (Royal Philips Electronics. Amstelplein 2. Breitner Center. P.O. Box 77900. 1070 MX Amsterdam. The Netherlands) (Figura 22).
- Ecógrafo Philips HD11 XE (Royal Philips Electronics. Amstelplein 2. Breitner Center. P.O. Box 77900. 1070 MX Amsterdam. The Netherlands) (Figura 22).
- Ecógrafo Z.ONE Zonare (ZONARE Medical Systems; 1061 Terra Bella Avenue, Mountain View; CA, EE.UU.) (Figura 23).

Los dos primeros se emplearon en el Servicio de Diagnóstico por Imagen del Hospital Clínico Veterinario Complutense de la Universidad Complutense de Madrid y el tercero se utilizó en la práctica particular en el Hospital Veterinario Los Madrazo (Madrid). A diferencia del ecógrafo Philips SD800, los dos últimos equipos mencionados contaban con el sistema de Imagen Armónica Tisular (THI), que permite obtener imágenes de mejor calidad y reduce la

posibilidad de presentar artefactos ecográficos. Las características de los tres equipos permitieron obtener imágenes ecográficas de buena calidad, donde se identificaban y se podían medir y valorar claramente las estructuras incluidas en el estudio (Strobel *et al*, 2004).

Los ecógrafos tenían los siguientes transductores lineales: Philips SD800, 7,5 MHz; Philips HD11, L12-3 Linear array; Z.One zonare, L10-5 Linear array y L14-5w Linear array (Figuras 24 y 25). Aunque los transductores permitían un amplio margen de frecuencia para trabajar, las exploraciones ecográficas se llevaron a cabo con frecuencias entre 7,5 MHz y 12 MHz.

### **5.1.2.2 Toma de imágenes**

Los ecógrafos Z.ONE y Philips HDII permitieron el almacenamiento de las imágenes, tanto fotos como videos, en su disco duro y luego se extrajeron mediante memoria portátil USB.

Los videos de las exploraciones realizadas con el ecógrafo Philips SD 800 se grabaron con un DVD Philips r-75 (Royal Philips Electronics. Amstelveen 2. Breitner Center. P.O. Box 77900. 1070 MX Amsterdam. The Netherlands), se registraron imágenes fijas mediante la impresora térmica Mitsubishi P93 (Mitsubishi Electric Corporation. Tokyo Building, 2-7-3, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8310, Japan) en papel Sony Type V (high glossy) UPP-110HG 110mmx18m, algunas de las cuales fueron posteriormente digitalizadas con un scanner hp precision scan 2200C (Hewlett-Packard Company. 3000 Hanover Street, Palo Alto, CA 94304-1185 EE.UU.) para poder incluirlas en las diferentes presentaciones del trabajo de investigación.

Durante el trabajo de investigación se registraron fotográficamente partes de algunos procedimientos mediante una cámara digital Sony DSC-P100 (Sony Electronics Inc. 1 Sony Drive, MD 1E4. Park Ridge, New Jersey 07656. EE.UU.).



Fig. 22. Ecógrafos Philips SD 800 (izquierda) y Philips HD 11 (derecha).

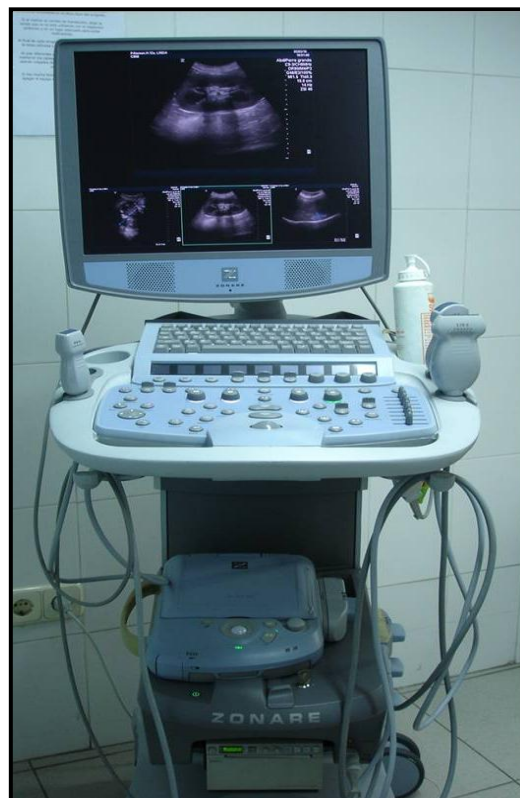


Fig. 23. Ecógrafo Z.One Zonare.

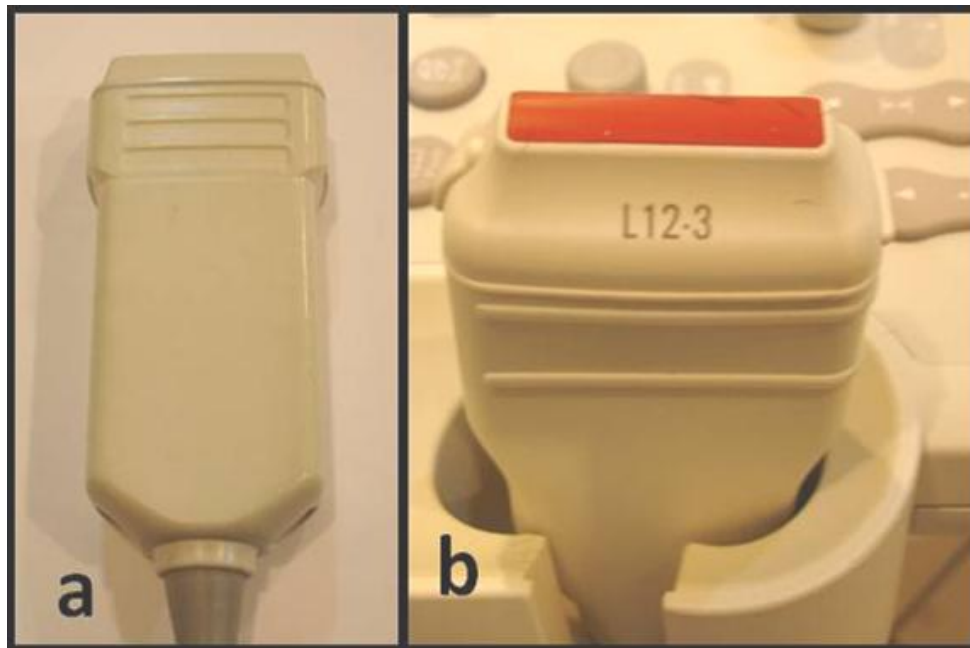


Fig. 24. Transductores Lineales Philips SD 800 (a) y Philips HD11 (b).



Fig. 25. Transductores lineales del ecógrafo Zonare de 5 MHz a 10 MHz (a) y de 5 MHz a 14MHz (b).

## 5.2 MÉTODOS

### 5.2.1 Preparación del paciente

#### 5.2.1.1 Rasurado

El rasurado de la zona anatómica a evaluar es imprescindible para la correcta transmisión de los ultrasonidos, pues evita que el aire que se encuentra entre el pelo, interfiera con la ecografía alterando la emisión y recepción de ultrasonidos del transductor.

Se debe realizar una depilación del área comprendida entre la parte distal de la escápula y la proximal del húmero, y medial y lateral al surco intertubercular con una maquina rasuradora Oster® (904 Red Rd. McMinnville, Tennessee 37110, EE.UU.). Se confirma que la región depilada permita un correcto abordaje del tendón y del cuerpo proximal del músculo Bíceps braquial, así como la subsecuente exploración del área peritendinosa de la articulación del hombro (Figura 26). Como el examen se realiza bilateral, ambas regiones anatómicas (derecha e izquierda) se rasuran antes de iniciar el estudio ecográfico.



Fig. 26. Rasurado del paciente para la realización de un examen ecográfico del tendón Bíceps braquial.

#### 5.2.1.2 Sujeción y posicionamiento

La exploración en todos los casos se realizó sin la utilización de sedantes y de forma bilateral. Durante el estudio, los perros fueron inmovilizados suavemente por dos personas: una persona sujetó los miembros posteriores y la otra los miembros anteriores, que a su vez



realizó los movimientos correspondientes a la valoración dinámica de la articulación durante esta parte de la ecografía. El propietario o encargado del paciente también puede sostener o sujetar la cabeza del animal para disminuir su nerviosismo.

Los perros son posicionados en una mesa acolchada al lado derecho del ecógrafo y del ecografista. Para el estudio del hombro derecho, los perros se colocan en decúbito lateral izquierdo con la cabeza hacia delante en relación al ecografista, y sus miembros dirigidos hacia el lado opuesto al ecógrafo. Para la exploración del hombro izquierdo, se gira el animal hacia el lado contrario, quedando en decúbito lateral derecho, con los miembros dirigidos hacia el ecografista en este caso (Figura 27).

### **5.2.2 Exploración ecográfica del Bíceps braquial**

#### **5.2.2.1 General**

Una vez preparado y ubicado el paciente sobre la mesa de exploración, se procede a limpiar la zona rasurada con alcohol. Inmediatamente se aplica el gel de acoplamiento, (AQUASONIC®. Parker Laboratories Inc. EE.UU.), distribuyéndolo uniformemente en la zona con el transductor.

La evaluación se inicia situando la espina de la escápula en un corte transversal (Figura 28). Desde esta posición se desplaza el transductor en sentido distal hasta llegar al tubérculo Supraglenoideo donde se inserta el tendón Bíceps braquial. La evaluación ecográfica continúa distalmente y finaliza con la exploración dinámica de la articulación del hombro y el Bíceps braquial.

#### **5.2.2.2 Exploración ecográfica del tendón Bíceps braquial**

Una vez localizado el tendón Bíceps braquial, se realiza su evaluación ecográfica de forma longitudinal y tansversal, desde su inserción hasta la interfase musculotendinosa y la parte proximal del músculo. En el punto medio en que se visualiza mejor el tendón, se toma la medida de su grosor (Figuras 29 a 37).



Fig. 27. Imagen de la posición y sujeción del paciente para la exploración ecográfica del *Tendo biceps brachii* y la *Articulatio humeri*.



Fig. 28. Imagen de la ubicación del transductor al inicio de la exploración ecográfica. La flecha indica el sentido de la exploración.



Fig. 29. Representación esquemática del giro del transductor en el extremo distal de la escápula para iniciar la exploración longitudinal del tendón Bíceps braquial.



Fig. 30. Imagen del transductor en corte longitudinal sobre el tendón Bíceps braquial. La flecha indica el movimiento que debe seguir la sonda para continuar la exploración distalmente.





**Fig. 31. Posición del transductor en la exploración ecográfica del tendón Bíceps braquial en corte longitudinal.**



**Fig. 32. Exploración ecográfica de la región de transición musculo-tendinosa del Bíceps braquial y parte proximal del músculo en corte longitudinal.**



Fig. 33. Representación esquemática del giro de la sonda para pasar de la exploración longitudinal a transversal del Bíceps braquial.



Fig. 34. Inicio de la exploración ecográfica en corte transversal del Bíceps braquial. La flecha indica la dirección para continuar el examen distalmente.



Fig. 35. Posición del transductor en la exploración del Bíceps braquial en corte transversal.



Fig. 36. Exploración ecográfica de la zona musculo-tendinosa del Bíceps braquial en corte transversal.





**Fig. 37. Posición del transductor para la exploración transversal de la parte proximal del músculo Bíceps braquial.**

#### **5.2.2.3 Protocolo de exploración**

El protocolo desarrollado (Figura 38) menciona claramente las diferentes partes en que se ha dividido la exploración ecográfica del tendón Bíceps braquial, a lo largo de la cual se visualizan otras estructuras anatómicas adyacentes, las cuales son examinadas y valoradas descriptivamente. Dentro de estas estructuras están el tubérculo Supraglenoideo, el surco inetrtubercular, el espacio peritendinoso y la cabeza del húmero; esta última se examina en exploración dinámica para visualizar también su cartílago articular. La organización que presenta este protocolo permite un detallado examen ecográfico, sin descartar ninguna parte de las que están principalmente involucradas con el Bíceps braquial.

Se tramita el encabezado del protocolo, en el cual se describe brevemente los datos y la anamnesis del paciente, el ecografista que lleva a cabo la evaluación y también se presenta un recuadro para describir brevemente el motivo por el cual se realiza una ecografía del bíceps braquial al paciente. Aquí mismo se menciona cual es el miembro afectado, el posible evento que genere la dolencia del paciente, y los datos que el evaluador considere importantes para tener en cuenta.

EXPLORACION ECOGRAFICA DEL TENDON BICEPS BRAQUIAL Y ESTRUCTURAS ANEXAS			
FECHA:		NOMBRE:	
RAZA:		EDAD:	SEXO:
PROPIETARIO:		PESO: Kg ALTURA: cm	
REMITIDO:		TELEFONO:	
MOTIVO CONSULTA:		ECOGRAFISTA:	
REGIÓN	ESTRUCTURA	DERECHO	IZQUIERO
ZONA I	Tubérculo Supraglenoideo		
	Tendón BB Longitudinal		
	Tendón BB Transversal		
	Espacio Articular		
	Húmero		
ZONA II	Tendón BB Longitudinal		
	Tendón BB Transversal		
	Surco intertubercular		
	Región Peritendinosa		
ZONA III	Interfase Musculo-Tendón		
ZONA IV	Músculo BB. Proximal		
EXPLORACIÓN DINÁMICA	Tendón Bíceps braquial		
	Tubérculo Supraglenoideo		
	Cabeza del Húmero		
OBSERVACIONES:			
-			

**Figura 38. Protocolo para la exploración ecográfica del tendón Bíceps braquial desarrollado en este estudio.**

Una vez finalizada la evaluación ecográfica, frente a cada una de las estructuras, se presentan dos recuadros correspondientes al miembro anterior derecho e izquierdo, en los que el ecografista describe los diferentes hallazgos y medidas que considera importantes, facilitando posteriormente la comparación entre ambas extremidades.

Al final se presenta un último recuadro correspondiente a la exploración dinámica, en la que se visualiza principalmente el tendón Bíceps braquial, el tubérculo Supraglenoideo y la cabeza del húmero al someter la articulación del hombro a movimientos de rotación que facilitan el evaluar parte de otras estructuras adicionales como el cartílago articular, valorando su integridad y grosor, datos que pueden ser útiles en el diagnóstico de los pacientes con lesiones en la articulación escápulo-humeral.



Concluyendo el protocolo, se presenta el espacio para las observaciones que desee mencionar el ecografista, donde de acuerdo a los hallazgos y comparaciones hechas, podrá establecer un posible diagnóstico, la necesidad o no de pruebas y/o procedimientos complementarios, y el tiempo en el cual se realizará una nueva exploración en caso que lo considere conveniente.

### 5.2.3 Recolección y análisis de datos

Los datos obtenidos de cada paciente se organizaron en descriptivos y cuantitativos. Con los datos descriptivos desarrolló el protocolo ordenado de examen ecográfico del tendón bíceps braquial, con una explicación detallada de las imágenes ecográficas normales que se encontraron en cada una de las zonas exploradas.

Los datos cuantitativos, correspondientes a las mediciones del grosor del tendón Bíceps braquial fueron analizados con relación a las variables incluidas en este estudio como peso, altura y raza, mediante los métodos estadísticos  $t$  y  $t$  pareada de *student*, con programas informáticos SAS/STAT versión 9.1 y Sigma Plot para Windows versión 11.0. Las barras horizontales con asterisco indican aquellas comparaciones que fueron estadísticamente significativas ( $P=0.05$ ). También se aplicó el método de inferencia estadística *Bootstrap* para establecer rangos de medidas estándar del grosor del tendón.

## **RESULTADOS**



## 6 RESULTADOS

### 6.1 RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LA EXPLORACIÓN DEL BÍCEPS BRAQUIAL EN LOS PERROS SANOS DEL ESTUDIO

La exploración ecográfica del tendón Bíceps braquial se inicio desde la parte proximal del miembro torácico, visualizando específicamente la espina de la escápula (*Tuber spinae scapulae*) como claro punto de partida. En la orientación ecográfica son muy importantes los Mm. Supraespinoso e Infraespinoso (los cuales serán evaluados con sus respectivos tendones en un examen ecográfico completo del hombro), junto con la escápula. Ambos músculos presentan una imagen moderadamente hipoecogénica, con múltiples focos hiperecogénicos en su interior correspondientes a las fibras intermusculares (Figura 39). Distal y craneomedialmente a estas estructuras, se encuentran el tubérculo Supraglenoideo y el inicio del tendón Bíceps braquial.



**Fig. 39. Imagen ecográfica de la espina de la escápula.** Se observa la línea hiperecogénica de la *Tuber spinae scapulae* y la sombra acústica que produce el hueso. Se indica la orientación de la imagen (Cra: craneal, Cau: caudal) y los Mm. *supraspinatus* (Ms) e *infraspinatus* (Mi). Al lado derecho se observa la posición en la cual se obtiene esta imagen sobre el paciente (Tranductor Philips SD800 7.5 MHz).

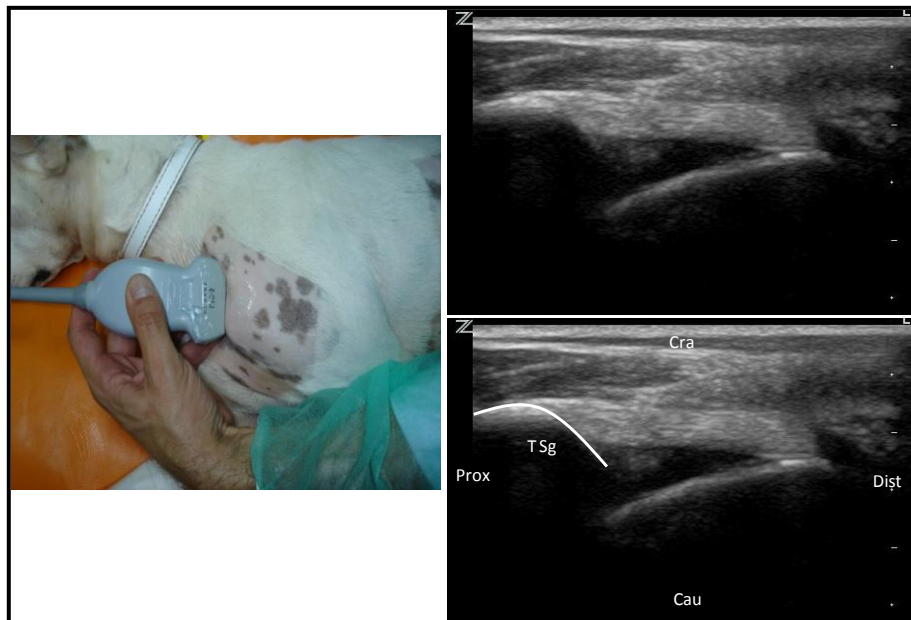
A continuación se describen los hallazgos ecográficos de las diversas estructuras presentes en la evaluación del Bíceps braquial en los perros normolíneos sanos del presente trabajo, utilizando para ello el protocolo desarrollado como parte de los objetivos de este estudio.

### 6.1.1 Zona I

Las imágenes ecográficas obtenidas en esta zona se vieron comprometidas principalmente por el tamaño y conformación de algunos perros. En aquellos perros en los cuales su conformación ósea o estructura muscular hacían difícil el completo acoplamiento del transductor a la superficie del paciente, los espacios de aire presentes impedían la correcta visualización de las estructuras anatómicas a evaluar. Este inconveniente fue más común en perros de menos de 20 kilos, en los cuales el tamaño de la sonda lineal también dificultaba el procedimiento.

#### 6.1.1.1 Tubérculo supraglenoideo

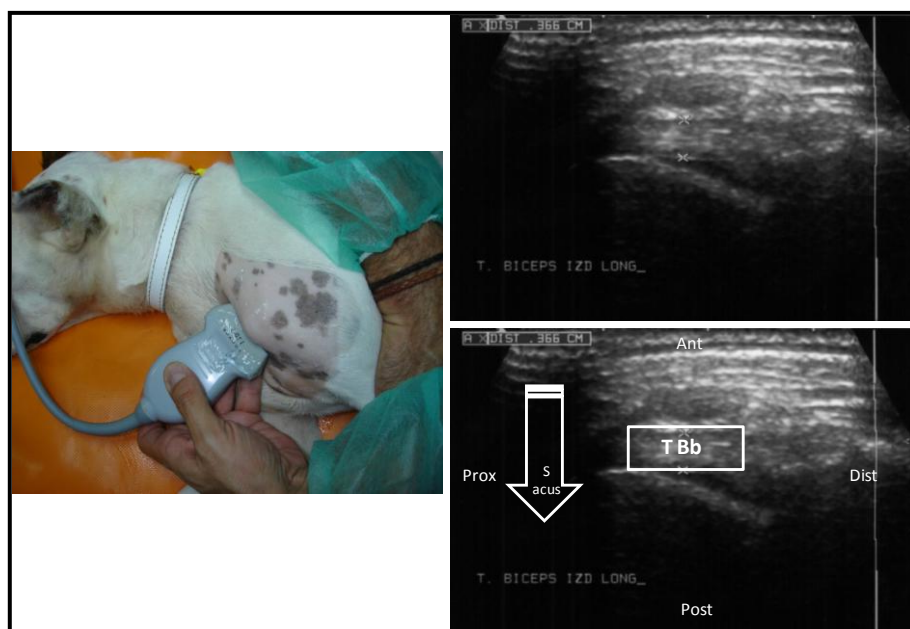
El tubérculo Supraglenoideo se visualiza como una línea convexa hiperecogénica continua con sombra acústica posterior por su condición ósea en el corte longitudinal. A partir de esta línea se observan longitudinales las fibras del tendón Bíceps braquial dirigiéndose distalmente (Figura 40).



**Fig. 40. Imagen ecográfica del *Tuberculum supraglenoidale*.** En la imagen de la izquierda se observa la posición del transductor sobre el paciente. En la imagen superior derecha se visualiza la imagen ecográfica en corte longitudinal del *Tuberculum supraglenoidale* (TSg) con la sombra acústica que genera. Debajo se indica su representación esquemática (Cra: Craneal; Cau: Caudal; Prox: Proximal; Dist: Distal) (Transductor Zonare 5-10 MHz).

### 6.1.1.2 Tendón Bíceps braquial

El tendón Bíceps braquial (tendón de origen del músculo) se observa longitudinalmente como un conjunto de fibras hiperecogénicas paralelas, separadas muy ligeramente por delgadas líneas hipoecogénicas correspondientes al colágeno que se encuentra entre ellas. En algunos casos se puede distinguir claramente la vaina fibrosa tendinosa como unas líneas un poco más hiperecogénicas en los bordes del tendón (Figura 41).



**Fig. 41. Imagen ecográfica del Tendo biceps brachii.** En la imagen de la izquierda se indica la ubicación del transductor. En la imagen superior derecha se observa el Tendo biceps brachii en corte longitudinal en la zona I de la exploración con la sombra acústica producida por el Tuberculum supraglenoidale. En la imagen inferior derecha se indica su representación esquemática (Ant: Anterior; Post: Posterior; Prox: Proximal; Dist: Distal) (Transductor Philips SD800 7.5 MHz).

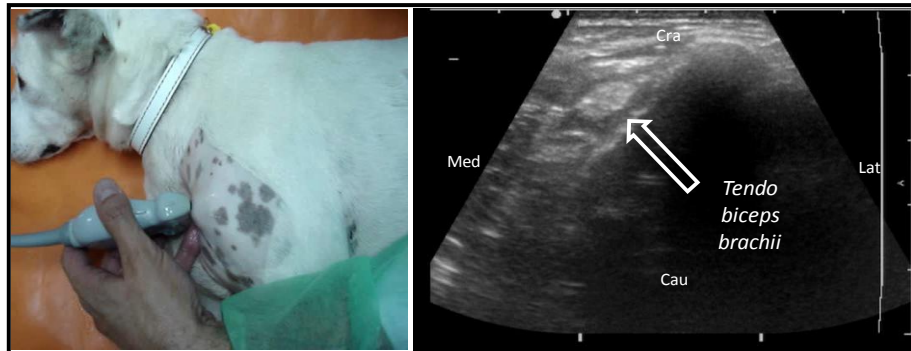
Transversalmente, se distingue el tendón de forma ovalada con los bordes ligeramente mas hiperecogénicos, correspondiendo a la vaina fibrosa tendinosa, separada del tendón por un halo anecogénico correspondiente al líquido peritendinoso, cuya función es mantener lubricado el tendón (Figura 42).

### 6.1.1.3 Espacio articular

El espacio articular contiene líquido sinovial, por lo cual se visualiza anecogénico. El “cojinete” de grasa presente en esta zona se visualiza ligeramente ecogénico en el interior del espacio articular. La anecogenicidad puede variar un paciente y otro, probablemente debido a diferencias de densidad. Es muy importante recordar que esta exploración no es estática, es

## Resultados

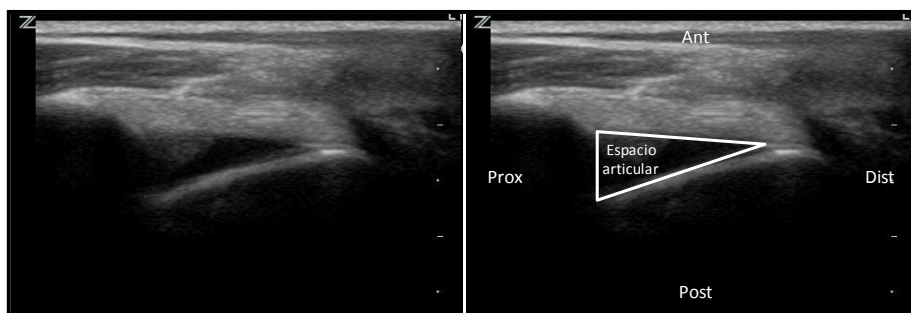
decir que el transductor se está moviendo constantemente para valorar lo mejor posible ese espacio, ya que una sola imagen nos ofrece sólo un corte tomográfico (Figuras 43 y 44).



**Fig. 42. Imagen ecográfica del *Tendo Biceps brachii*.** En la imagen de la izquierda se muestra la posición del transductor para esta imagen. En la imagen de la derecha se muestra el *Tendo biceps brachii* en corte transversal (Cra: Craneal; Cau: Caudal; Med: Medial; Lat: Lateral) (Transductor Philips SD800 7.5 MHz).



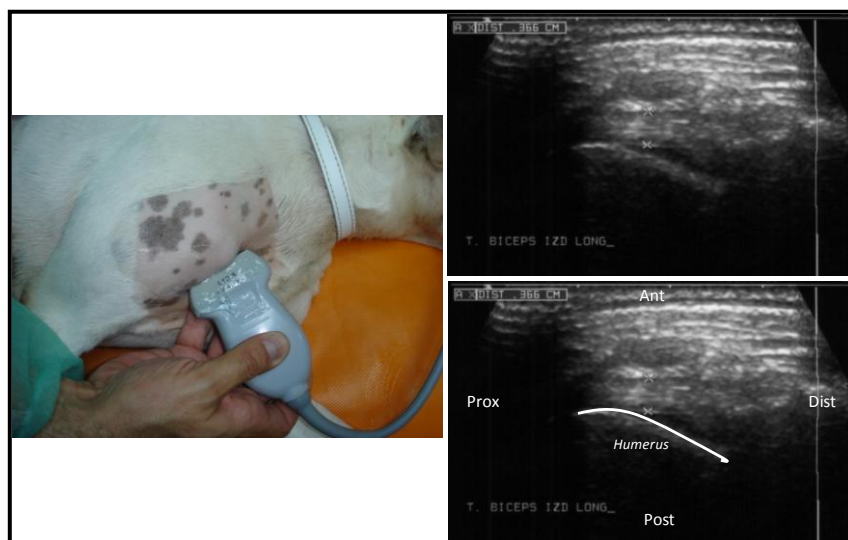
**Fig. 43. Posición del transductor para exploración del espacio articular del hombro del perro.**



**Fig. 44. Visualización ecográfica normal del espacio articular en la *Articulatio humeri* del perro.** En la imagen superior se muestra una imagen ecográfica en corte longitudinal de la zona I de exploración ecográfica del *Tendo biceps brachii*, donde se puede observar el espacio articular con contenido líquido anecogénico y el cojinete de grasa ligeramente ecogénico en su interior. En la imagen derecha se muestra su representación esquemática (Ant: Anterior; Post: Posterior; Prox: Proximal; Dist: Distal) (Transductor Zonare 5-14 MHz).

#### 6.1.1.4 Superficie del húmero

La superficie del húmero se visualiza en la parte inferior de la imagen longitudinal como una línea hiperecogénica continua, con sombra acústica posterior. Por la región anatómica explorada, esta imagen se corresponde a la cara craneal del húmero (Figura 45).



**Fig. 45. Imagen ecográfica del *Humerus superficialis*.** A la imagen de la izquierda se visualiza la posición del transductor. En la parte superior derecha se observa la línea hiperecogénica correspondiente a la superficie del húmero (*Humerus superficialis*), con sombra acústica posterior. En la imagen inferior derecha se muestra la representación esquemática (Ant: Anterior; Post: Posterior; Prox: Proximal; Dist: Distal) (Transductor Philips SD800 7.5 MHz).

Transversalmente, la superficie del húmero se observa muy similar a la forma observada en el corte longitudinal, variando la línea hiperecogénica, que en este caso corresponde a parte del grosor del hueso.

#### 6.1.2 Zona II

En esta zona anatómica se tuvo el mismo inconveniente descrito en la zona anterior, debido a la conformación músculoesquelética de los pacientes de menor peso, o incluso pacientes mayores de 20 kilos con predominación de la conformación ósea, por lo cual la paciencia y una minuciosa exploración ecográfica fueron claves para obtener las imágenes correctas.

Esta fue la región más importante porque esta zona ofrece la mayor ventana para la exploración del tendón. Aquí se tomaron las medidas del grosor del tendón Bíceps braquial para estadísticamente tratar de determinar una relación entre el peso de los pacientes y el

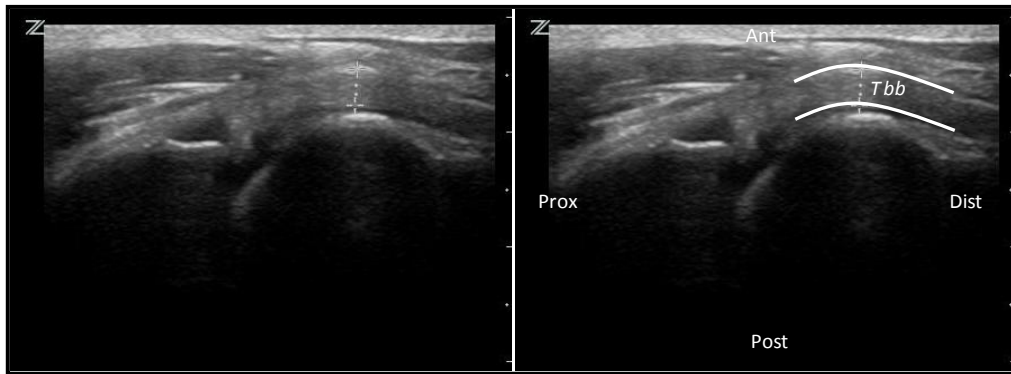


## Resultados

tamaño de sus tendones. También permite una excelente valoración del surco intertubercular, tanto longitudinal como transversalmente.

### 6.1.2.1 Tendón bíceps braquial

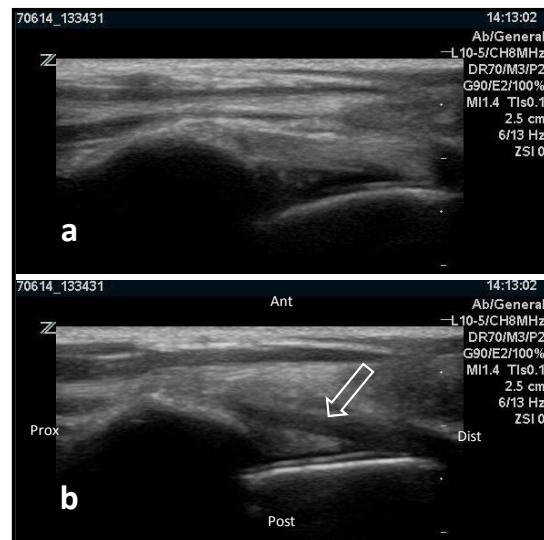
Longitudinalmente el tendón conserva su textura fibrilar hiperecogénica descrita en la primera zona de exploración (Figura 46).



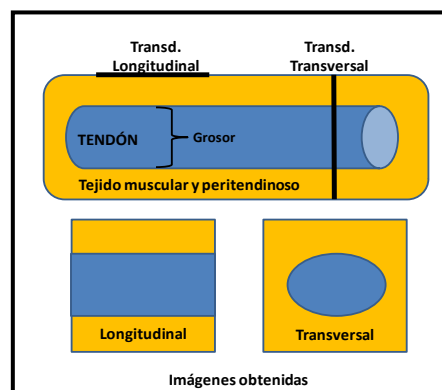
**Fig. 46.** Imagen ecográfica del *Tendo biceps brachii* en corte longitudinal en la zona II de exploración. En la imagen de la izquierda se observa la disposición de las fibras que componen el *Tendo* (*Tbb*). En la imagen de la derecha se procede a su representación esquemática en la parte derecha (Ant: Anterior; Post: Posterior; Prox: Proximal; Dist: Distal) (Transductor Zonare 8 MHz).

En varias ocasiones se tuvo la oportunidad de presenciar el fenómeno de anisotropía por el cual la estructura del tendón puede observarse hipoecogénica en vez de hiperecogénica, debido a un artefacto producido por el ángulo de incidencia de los ultrasonidos sobre el tendón, ángulo que debe ser lo más perpendicular posible (Figura 47).

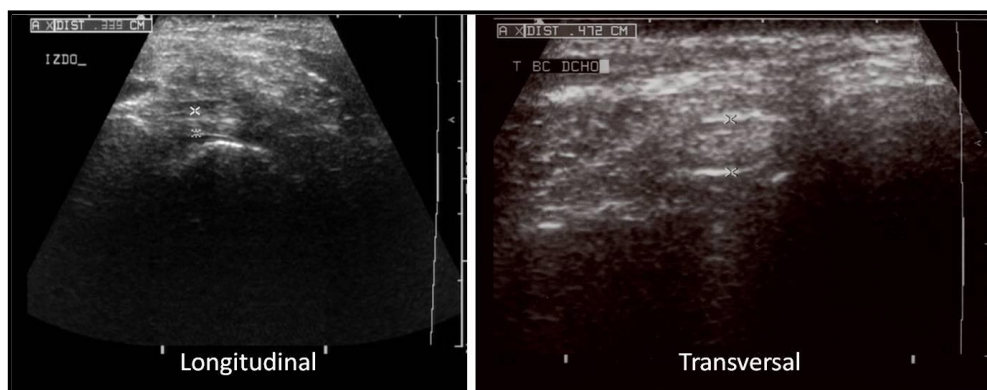
En esta zona de la exploración ecográfica, se toma la medida del grosor del tendón Bíceps braquial en el corte longitudinal o transversal. En esta ubicación, el patrón del tendón se observaba correctamente, evitando el fenómeno de anisotropía y teniendo en cuenta que se visualizaran bien sus extremos (Figuras 48 y 49).



**Fig. 47. Artefacto ecográfico de anisotropía.** En la parte superior se observa la imagen hiperecogénica normal del *Tendo biceps brachii* en corte longitudinal. En la parte inferior se aprecia que esta imagen se convierte en hipoecogénica solo al angular ligeramente el transductor, ofreciendo una imagen que se puede interpretar erróneamente (Ant: Anterior; Post: Posterior; Prox: Proximal; Dist: Distal) (Transductor Zonare 8 MHz).



**Fig. 48. Representación esquemática de cómo se obtiene la medida del grosor del tendón en los cortes longitudinal y transversal.**

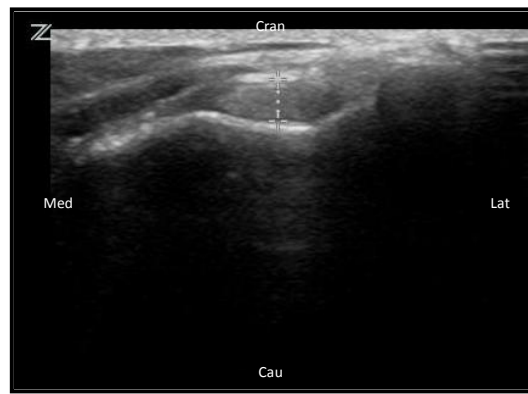


**Fig. 49. Imagen ecográfica de las medidas del grosor del *Tendo biceps brachii* en el corte longitudinal y transversal (Transductor Philips HD800)**

## Resultados

Posteriormente, con las medidas obtenidas se realizaron los análisis estadísticos para establecer correlaciones entre diversas variables y tratar de determinar las medidas de grosor estándar para el tendón Bíceps braquial.

Transversalmente el tendón se visualiza de forma ovalada, como se mencionó anteriormente, hiperecogénico con un halo ligeramente más ecogénico, especialmente en los extremos superior e inferior. Esto es debido a que por su conformación, es en estos puntos donde el haz de ultrasonidos incide más perpendicularmente (Figura 50).

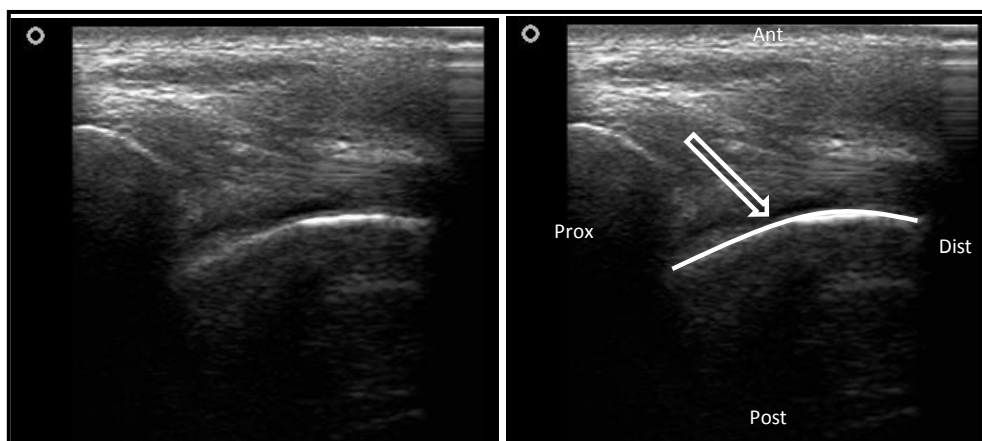


**Fig. 50. Imagen del *Tendo biceps brachii* en corte transversal.** (Cra: Craneal; Cau: Caudal; Med: Medial; Lat: Lateral) (Transductor Zonare 8 MHz).

### 6.1.2.2 Surco intertubercular

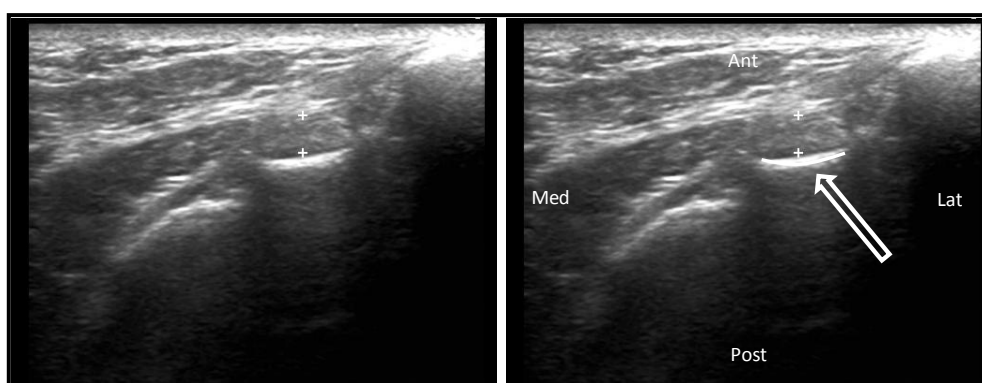
El surco intertubercular, al ser una parte anatómica del húmero, se observa como una línea hiperecogénica lisa con sombra acústica posterior, debajo del tendón bíceps braquial en la imagen del monitor. En el corte longitudinal se visualiza paralelo al tendón (Figura 51).

Transversalmente el surco intertubercular se ve como una línea hiperecogénica ligeramente cóncava, igualmente debajo del tendón Bíceps braquial, en este caso presentado de forma ovalada como se ha descrito previamente (Figura 52).



**Fig. 51. Imagen ecográfica del *Sulcus intertubercularis humeri* en corte longitudinal.**

En la figura de la izquierda se observa la línea hiperecogénica continua correspondiente a la superficie del húmero, en este caso la región del surco intertubercular. En la imagen de la derecha se representa esquemáticamente (Ant: Anterior; Post: Posterior; Prox: Proximal; Dist: Distal) (Transductor Philips HD 11 10 MHz).

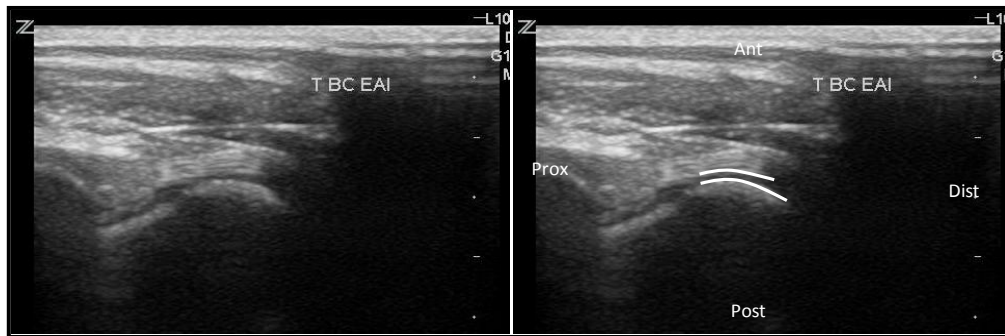


**Fig. 52. Imagen ecográfica del *Sulcus intertubercularis humeri* en corte transversal.**

En la figura de la izquierda se observa la imagen ecográfica del *Sulcus intertubercularis humeri* en corte transversal. En la imagen de la derecha se representa esquemáticamente (Ant: Anterior; Post: Posterior; Med: Medial; Lat: Lateral) (Transductor Philips HD11 10 MHz).

### 6.1.2.3 Región peritendinosa

Como región peritendinosa en este estudio se hace referencia al espacio que esta inmediatamente en contacto con el tendón, correspondiente a la membrana sinovial que lo rodea, ya que las demás estructuras anatómicas de la articulación del hombro, se examinan en los otros apartados de la exploración ecográfica. Debido al estrecho contacto entre el tendón y el húmero, la región peritendinosa no se observa con tanto líquido sinovial como en la zona anterior, aunque la cantidad de fluido visualizada aquí puede variar de acuerdo a la flexión o extensión del miembro en el momento de la exploración. Este espacio se ve como un pequeño borde anecogénico alrededor del tendón. Cualquier cambio en su tamaño o ecogenicidad puede indicar lesión en alguna estructura de la articulación del hombro (Figura 53).



**Fig. 53. Región peritendinosa en la zona II de exploración ecográfica.** En la figura de la derecha se muestra su representación esquemática (Ant: Anterior; Post: Posterior; Prox: Proximal; Dist: Distal) (Transductor Zonare 8 MHz).

### 6.1.3 Zona III - Interfase músculo-tendón

La interfase del tendón Bíceps braquial al músculo Bíceps braquial se caracteriza por los cambios en textura y ecogenicidad. De una estructura fibrilar hiperecogénica se hace una transición a otra hipoeecogénica correspondiente al músculo, que a medida que se avanza distalmente presentará la imagen ecográfica típica de un músculo (Figura 54).

### 6.1.4 Zona IV - Músculo bíceps braquial proximal

En esta zona de exploración se observa el cuerpo del músculo Bíceps braquial en su región proximal. El músculo se visualiza hipoeecogénico con focos hipereecogénicos en su interior correspondientes con el septo muscular. Según la orientación del transductor, se observa el músculo con una línea hipereecogénica en el centro a partir de la cual salen otras oblicuamente, dando la apariencia de “espina de pescado” en el corte longitudinal.

Transversalmente, el cuerpo del músculo se ve hipereecogénico con múltiples puntos hipereecogénicos y también se observa la presencia de líneas hipereecogénicas dirigiéndose hacia el centro dando en este corte la apariencia de “corte de naranja” (Figura 55).



Fig. 54. Imagen ecográfica de la transición entre del *Tendo biceps brachii* (hiperecogénico) al *Musculus biceps brachii* (hipoecogénico). En la parte superior se muestra la posición del transductor sobre el paciente (Cra: Craneal; Cau: Caudal; Prox: Proximal; Dist: Distal) (Transductor Zonare 12 MHz).

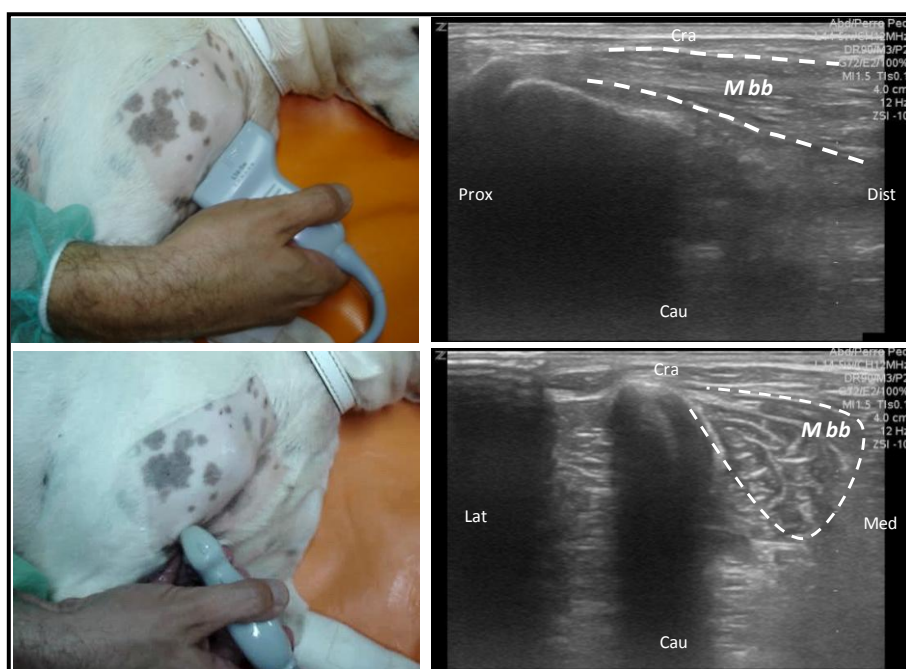


Fig. 55. Imágenes ecográficas del *Musculus biceps brachii* proximal en corte longitudinal (superior) y transversal (inferior). En el lado izquierdo se muestran las posiciones del transductor para obtener ambas imágenes (Cra: Craneal; Cau: Caudal; Prox: Proximal; Dist: Distal; Lat: Lateral; Med: medial) (Transductor Zonare 12 MHz).

### 6.1.5 Exploración dinámica

Una vez concluida la exploración ecoanatómica del tendón Bíceps braquial, se lleva a cabo la valoración dinámica. Realizando movimientos de flexión, extensión, abducción y aducción, se observa el tendón, el tubérculo Supraglenoideo y la superficie de la cabeza del húmero, en la cual se puede valorar parcialmente la integridad del cartílago articular.

El abordaje ecográfico se realiza ubicando el transductor trasnversalmente, ligeramente caudolateral, en el espacio comprendido entre la escápula y el húmero. En esta posición, con la ayuda de un colaborador, se realizan diferentes movimientos de la articulación, valorando la actividad, desplazamiento y posibles cambios morfológicos del tendón (Figura 56). Es importante tener en cuenta que el espacio articular cambia aparentemente de tamaño durante esta exploración, pero es debido al desplazamiento del líquido sinovial por los movimientos, por lo que es muy importante dejar este examen para el final, luego de haber visto las diferentes estructuras en las partes iniciales de la exploración.



Fig. 56. Posición inicial del transductor para la exploración dinámica.

#### 6.1.5.1 Tendón Bíceps braquial

En esta exploración, el tendón Bíceps braquial se visualiza hiperecogénico y con su estructura fibrilar descrita previamente. Es común presenciar el fenómeno de anisotropía por los movimientos tanto del tendón, como del transductor. También el grosor del tendón puede observarse aparentemente aumentado de tamaño, debido a la compresión y descompresión

de sus fibras durante los movimientos de flexión y extensión respectivamente. Durante esta exploración, normalmente, el tendón debe permanecer en su ubicación en el surco intertubercular.

#### **6.1.5.2 Tubérculo Supraglenoideo**

En la exploración dinámica del tubérculo Supraglenoideo, se valora la integridad de su superficie. La pequeña línea convexa hiperecogénica correspondiente a esta estructura se observa continua, sin ningún tipo de alteraciones que puedan indicar posibles fracturas.

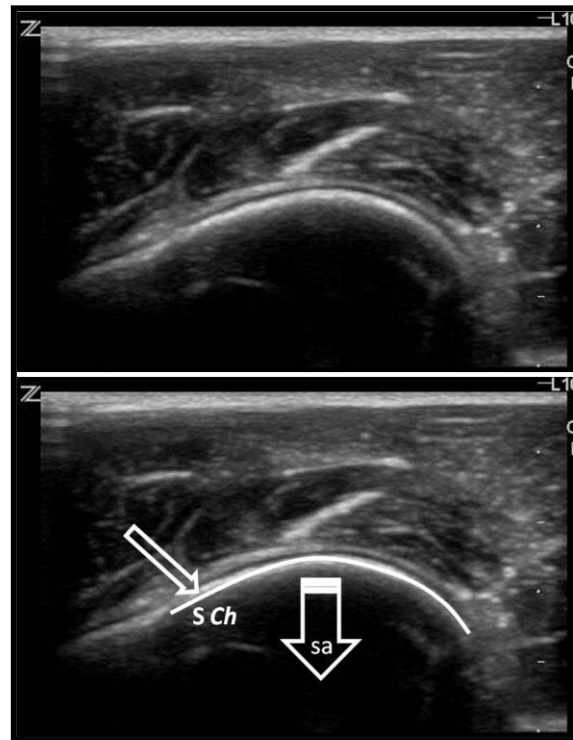
Debido a la morfología de esta parte anatómica de la escápula y en general a la conformación de la articulación del hombro, la exploración del tubérculo supraglenoideo es parcial ya que no se alcanza a valorar totalmente su superficie.

#### **6.1.5.3 Cabeza del húmero y cartílago articular**

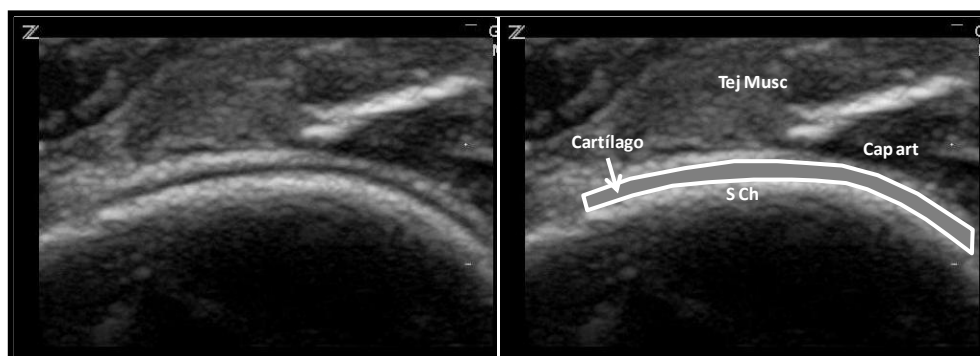
Junto con el tendón Bíceps braquial, la exploración dinámica de la cabeza del Húmero es de los detalles más importantes en esta parte del examen ecográfico. La cabeza humeral se visualiza como una línea semicircular, convexa e hiperecoica con sombra acústica posterior (Figura 57).

La conformación de la articulación del hombro, sólo permite valorar ecográficamente una pequeña porción de la cabeza del Húmero. Por encima de la línea lisa hiperecoica mencionada antes, se observa una banda hipoecogénica correspondiente al cartílago articular, acompañado de una pequeña cantidad de líquido sinovial. A su vez, sobre esta banda anecogénica, se ve otra línea hiperecogénica correspondiente a la cápsula articular, presentándose a continuación el tejido muscular que rodea la articulación (Figura 58).





**Fig. 57. Imagen ecográfica de la *Caput humeri*.** En la figura superior se observa la línea hiperecogénica correspondiente a la superficie de la *Caput humeri* (S Ch) y la respectiva sombra acústica (sa) que produce. En la figura inferior se muestra la representación esquemática (Transductor Zonare 8 MHz).



**Fig. 58. Imagen ecográfica del *Cartilago* y *Capsula articularis* a nivel de la *Caput humeri* en la exploración dinámica.** En la imagen de la izquierda se observa las líneas hiperecogénicas correspondientes a la superficie de la *Caput humeri* (s Ch) y a la *Capsula articularis* (Cap art), y en medio de ellas el espacio el *Cartilago articularis* (Cartilago) como una banda hipoeecogénica. También se observa el tejido muscular (Tej Musc) alrededor. En la figura de la derecha se muestra la representación esquemática (Transductor Zonare 12 MHz).

## **6.2 RESULTADOS CUANTITATIVOS EN LOS PERROS SANOS DEL ESTUDIO**

En este estudio se incluyeron 58 perros ortopédicamente sanos, a los cuales se les tomaron las medidas del grosor de los tendones bíceps braquial derecho e izquierdo como parte de la exploración ecográfica de esta estructura anatómica y otras partes anatómicas adyacentes.

También se tomó información general de cada paciente como raza, edad, peso, altura y sexo, la cual se presentan en la tabla 5. Con estos datos se llevaron a cabo análisis estadísticos para establecer posibles relaciones entre el grosor de los tendones y las diferentes variables, teniendo en cuenta principalmente el peso de los animales.

La variable que se consideró más importante para tratar de establecer una correlación con las medidas de los tendones bíceps braquial en perros sanos fue el peso. Los datos se organizaron en 5 grupos: Pacientes de peso  $\leq 10$  Kg (10 animales, 17%), de 11 a 20 Kg (19 animales, 33%), de 21 a 30 Kg (9 animales, 16%), de 31 a 40 Kg (13 animales, 22%) y pacientes de peso  $\geq 41$  Kg (7 animales, 12%). De acuerdo a la altura se organizaron 4 grupos: Pacientes de una altura  $\leq 35$  cm., 15 (25%), de 36 a 50 cm., 18 (32%), de 51 a 65 cm., 19 (31%) y de una altura  $\geq 66$  cm., 6 pacientes (10%).

### **6.2.1 Grosor de los tendones según el peso**

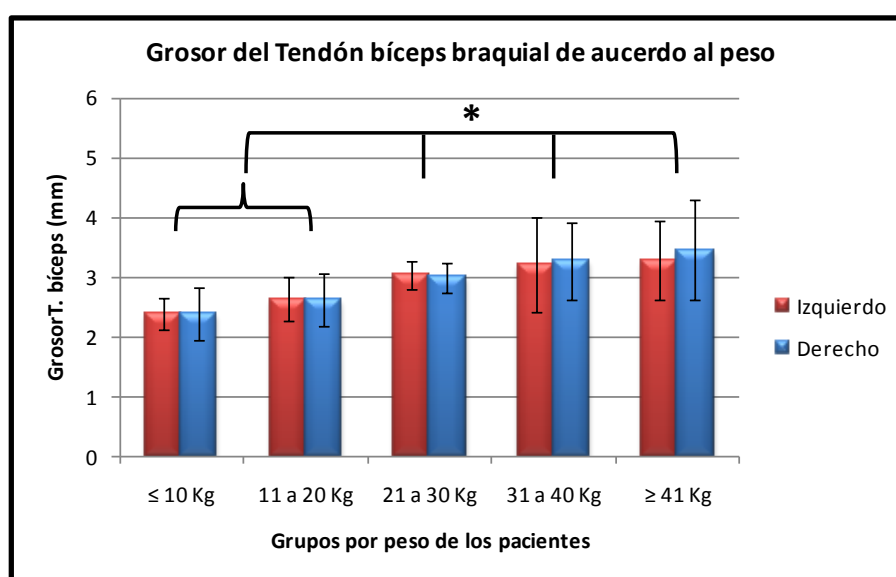
Al explorar ecográficamente los tendones bíceps braquial derecho e izquierdo, las medidas de su grosor no fueron iguales en ninguno de los individuos. En la mayoría de perros de los grupos de peso  $\geq 11$  Kg, el tendón derecho fue más grueso que el izquierdo.

RAZA	EDAD (años)	PESO (Kg)	ALTURA (Cm)	SEXO	BICEPS IZDO (mm)	BICEPS DCHO (mm)
Mestizo	3	6	35	M	2,07	2,71
Shit-Tzu	9	6	23	H	2,35	2,1
Caniche	16	6	33	M	1,95	1,75
Mestizo	9	7	45	M	2,13	2,16
Mestizo	9	7	32	M	2,46	2,43
Mestizo	11	8	24	H	2,52	2,26
Caniche	14	8	38	M	2,83	3,43
Caniche	16	9	35	H	2,45	2,37
Shit-Tzu	10	9	28	M	2,41	2,34
Scottish	10	10	35	M	2,68	2,21
Mestizo	10	11	22	H	2,01	2,1
Mestizo	2	12	23	M	2,8	2,9
Cocker	12	12	38	M	3,08	3,17
Cocker	3	14	38	M	2,12	2,13
Cocker	14	14	39	H	3,5	3,34
Mestizo	15	14	50	H	2,54	2,78
Mestizo	15	14	50	H	2,54	2,78
Foxterrier	14	15	39	M	2,46	1,93
Foxterrier	17	15	30	M	2,6	2,36
Bretón	9	16	48	M	2,6	3,2
Teckel	11	16	40	H	2,36	1,8
Cocker	13	16	40	M	2,55	2,47
Cocker	13	16	41	M	2,2	2,5
Fox terrier	17	17	29	M	2,65	2,36
Cocker	12	17	40	M	2,85	2,77
Mestizo	7	18	35	H	2,5	2,6
Mestizo	3	19	35	M	3,17	3,2
Mestizo	11	20	27	H	2,73	2,69
Mestizo	3	20	40	M	2,75	2,78
Bretón	4	22	58	M	3,1	3,2
Pointer	10	23	64	M	2,93	2,74
Labrador	2	24	58	M	2,9	3,03
Pointer	14	26	63	M	3,3	2,78
Pit bull	9	27	45	M	3,3	2,71
Bretón	10	27	55	M	2,75	2,91
Galgo	9	28	63	H	3,3	3,4
Bóxer	1	28	55	M	2,8	2,93
Labrador	11	30	55	H	2,89	3,27
Mastín Español	2	32	56	M	5,16	4,97
Labrador	8	32	48	M	2,78	3,16
Pastor de Brie	13	34	67	H	3,3	3,16
Husky	11	34	59	M	3,19	3,31
Mestizo	7	34	60	M	2,65	2,8
Pastor Aleman	11	36	57	M	2,67	3,8
Bóxer	12	36	55	M	4,63	3,33
Labrador	8	36	62	M	2,86	2,97
Pastor Alemán	3	37	55	M	2,83	2,9
Pastor Alemán	12	37	55	H	2,55	2,54
Bobtail	14	38	70	M	2,73	3,75
Husky	13	38	68	M	3,16	2,57
Pastor Alemán	12	40	60	M	3,03	3,2
Mestizo	14	42	66	M	2,39	2,94
Pastor Catalán	13	42	49	M	4,46	4,02
Pastor Alemán	10	42	50	H	3,62	5,13
Schnauzer gig	11	43	70	M	3,33	3,02
Pastor Alemán	9	45	54	M	2,77	2,87
Mestizo	4	46	65	M	3,1	2,9
Mestizo	10	61	75	M	3,28	3,29

Tabla 5. Registro de los datos tomados a los perros sanos del estudio: Edad, peso, altura, sexo, grosores del tendón bíceps braquial izquierdo y derecho.

Aplicando la prueba estadística *t-student* a los datos del grosor de los tendones, con relación al peso de los individuos, se encontró que las diferencias en los valores medios del grosor de los tendones derecho e izquierdo, no eran lo suficientemente grandes para rechazar la posibilidad que esta diferencia sea debida a variabilidad de muestreo aleatorio, por consiguiente, no se encontraron diferencias estadísticas significativas entre los miembros de los diferentes grupos de peso evaluados.

Al aplicar la prueba estadística para las medidas de grosor de los tendones entre los diferentes grupos de peso, se encontraron diferencias significativas entre el grupo de peso de  $\leq 10$  Kg y los grupos de peso  $\geq 21$  Kg, así como entre el grupo de perros de 11 a 20 Kg y los grupos superiores a 21 Kg (Figura 59).



**Fig. 59. Diferencias estadísticas del grosor del tendón bíceps braquial entre los grupos de peso.** No se encontró diferencia significativa entre los grupos de peso  $\leq 10$  Kg y de 11 a 20 Kg (Corchete). Sin embargo, si se presentaron diferencias entre estos dos grupos con los grupos superiores a 21 Kg (\*), aunque entre estos tres grupos no se presentó diferencia estadística.

Aplicando el método de regresión lineal de mínimos cuadrados se obtuvo la línea recta que mejor se ajusta (línea de tendencia) a los datos del grosor de los tendones de los perros de este estudio. La relación lineal del grosor del tendón en función del peso del perro está representada por:

$$y = 0.025x + 2.267$$

## Resultados

Donde  $y$  es el grosor del tendón y  $x$  es el peso del perro, con un  $R^2=0.9734$ , indicando que el 96% de la variabilidad del grosor del tendón se debería a los datos. Con esta relación se podría predecir aproximadamente el grosor del tendón según el peso del paciente.

### 6.2.2 Grosor de los tendones según la altura

Procesando los datos de grosor del tendón, junto con la altura de los individuos, el análisis estadístico reveló que en los perros sanos de este estudio, existe diferencia significativa en el grosor de los tendones entre los perros de altura  $\leq 35$  cm. y los grupos restantes de  $\geq 36$  cm.

Por separado, solamente el grupo de  $\leq 35$  cm., presentaba diferencia significativa en el grosor de los tendones derechos con relación a los grupos  $\geq 36$  cm. (Figura 60).

En los datos del tendón bíceps braquial izquierdo, el grupo de altura  $\leq 35$  cm., mostró diferencias significativas con los dos grupos de 51 a 65 cm. y  $\geq 66$  cm. El grupo de perros de 36 a 50 cm., presentó diferencias con el grupo de 51 a 65 cm., pero no con el último grupo de  $\geq 66$  cm. (Figura 60).

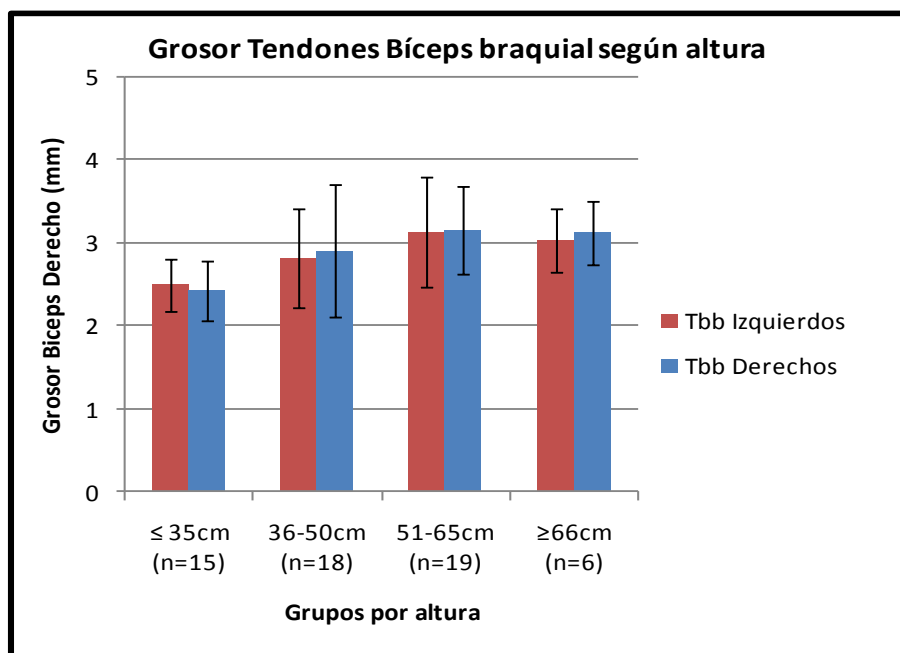


Fig. 60. Promedios del grosor de los tendones Bíceps braquial izquierdo y derecho en perros sanos de acuerdo a la altura de los individuos.

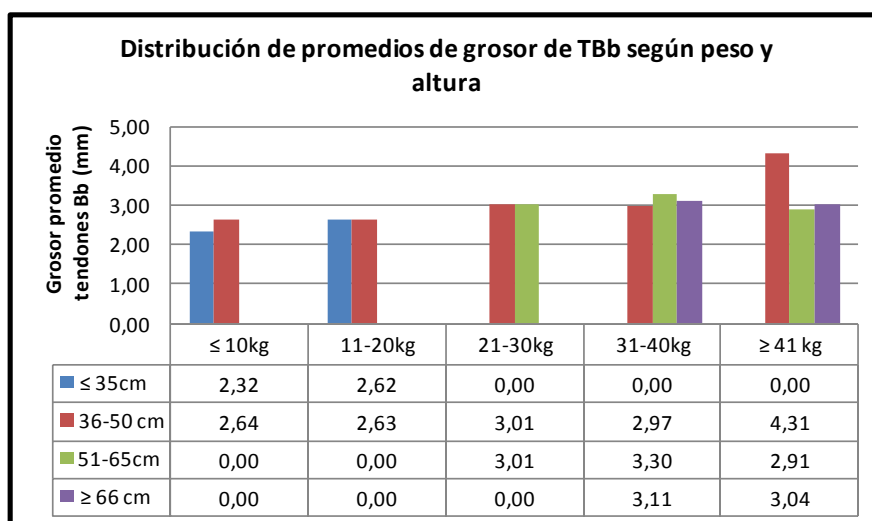
Al igual que con los datos según el peso, con los datos de acuerdo a la altura de los perros se calculo la línea de tendencia expresada en la siguiente fórmula:

$$y = 0.213x + 2.348$$

Donde  $y$  es el grosor del tendón y  $x$  es la altura del perro, con un  $R^2=0.788$ , indicando que el 78,8% de la variabilidad del grosor del tendón se debería a los datos. Dado que el 21,2% restante quedaría sin explicación, y es un valor alto, se aplicó una regresión logarítmica que ofrece un  $R^2=0.904$ , cuya fórmula es:

$$y = 0.491\ln(x) + 2.492$$

Considerando que el peso es una variable que depende del estado corporal del individuo y de su grado de obesidad, se ha comparado el grosor del tendón respecto al peso y a la altura, obteniendo los siguientes resultados. Para esta distribución, a continuación se presentan los promedios de grosor de los tendones bíceps braquial. En la figura 61 se observa como a medida que aumentan el peso y la altura de los pacientes, también lo hace el promedio del grosor de los tendones. En algunos casos este comportamiento de las muestras se presenta diferente, debido probablemente a las medidas de algunos individuos que desplazan los valores promediados, como en el caso de los dos pacientes de peso  $\geq 40$  Kg y altura de 36 a 50 cm.



**Fig. 61.** Distribución de los promedio de grosor de los tendones bíceps braquial en los perros sanos del estudio de acuerdo a su peso y altura.

### 6.2.3 Grosor de los tendones según la edad

La edad de los perros osciló entre 1 y 17 años de edad, para lo cual se clasificaron en cuatro grupos:  $\leq 5$  años (11 animales, 31%), 6 a 10 años (18 animales, 19%), de 11 a 15 años (25 animales, 43%) y  $\geq 16$  años de edad (4 animales, 7%).

Estadísticamente se halló diferencias significativas entre el grosor de los tendones de los perros de edad comprendida entre los 6 y 10 años, entre los de peso  $\leq 10$  Kg con los de 21 a 30 Kg y los de peso  $\geq 41$  Kg. Los datos del grupo de 11 a 20 Kg también presentaron diferencias con el grupo de peso  $\geq 41$  Kg (Figura 62).

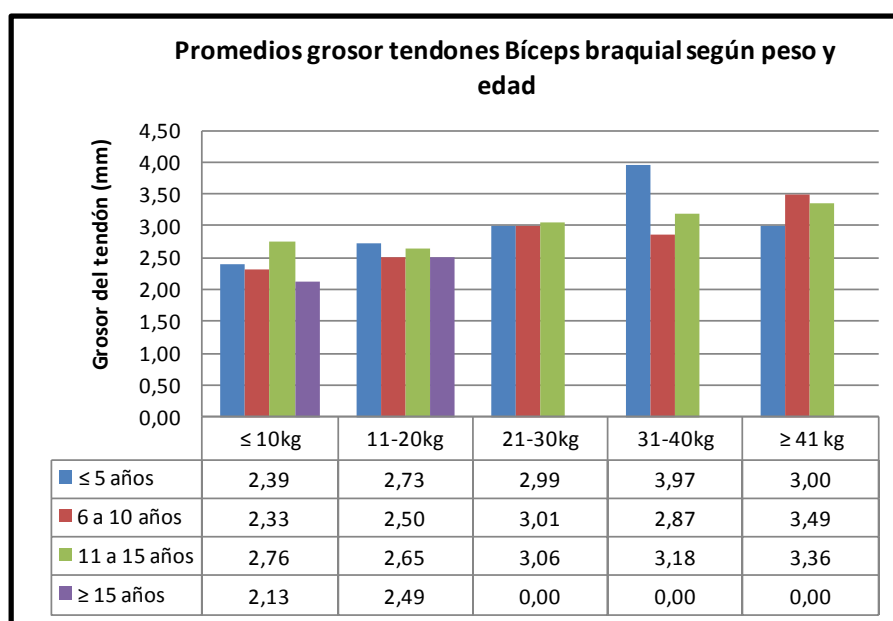


Fig. 62. Grosor de los tendones bíceps braquial en perros sanos este estudio de acuerdo a su edad según la organización por grupos de peso.

### 6.2.4 Grosor de los tendones según el sexo

Del total de perros sanos, se presentaron 15 hembras (26%) y 43 machos (74%). Estadísticamente se halló diferencias significativas entre las hembras y los machos de los grupos de perros de 21 a 30 Kg y el grupo de  $\geq 41$  Kg. Separando los datos de los perros hembras y machos, se encontró diferencias significativas en el grosor del tendón bíceps braquial entre las hembras de peso  $\leq 10$  Kg y las de 21 a 30 Kg, y las de peso  $\geq 41$  Kg. En los machos, el grupo de peso  $\leq 10$  Kg presentó diferencias en el grosor del tendón con los grupos

de peso  $\geq 21$  Kg, y también se observó diferencias estadísticas entre el grupo de 11 a 20 Kg, y los grupos de peso  $\geq 30$  Kg (Figura 63).

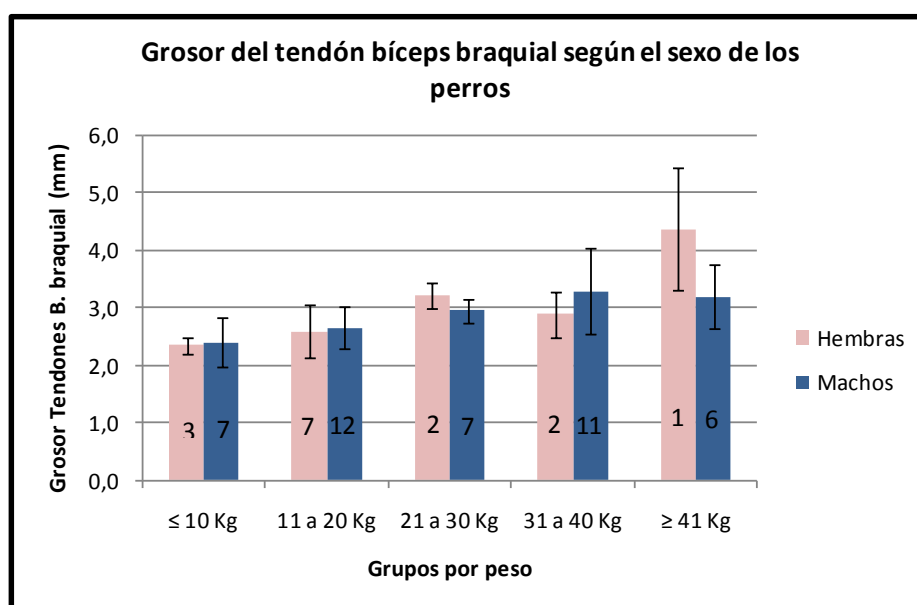


Fig. 63. Distribución de los promedios del grosor de los tendones bíceps braquial de acuerdo al sexo en los perros sanos del estudio.

### 6.2.5 Grosor de los tendones según las razas

Los 58 perros pertenecían a 20 razas diferentes mencionadas previamente en la tabla 5. En la figura 64 se presentan sus porcentajes.

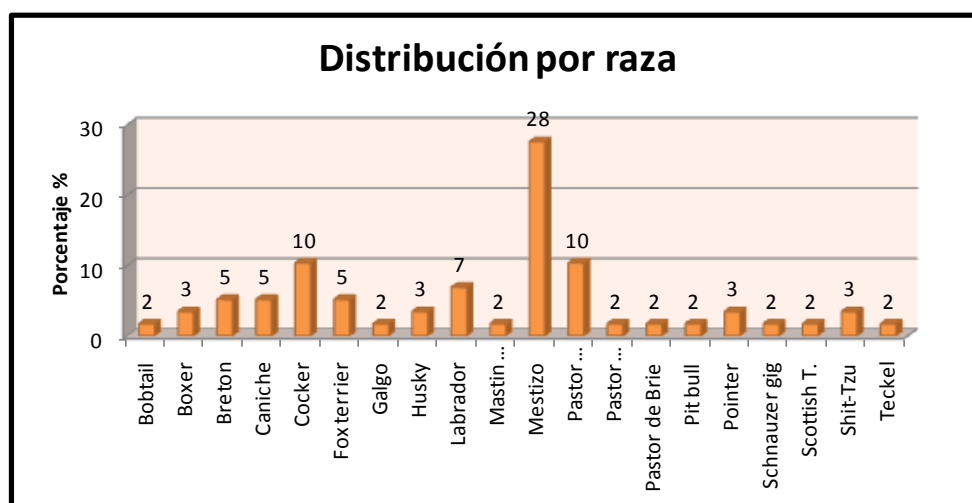


Fig. 64. Diagrama de la distribución porcentual de los perros sanos del estudio de acuerdo a la raza.



## Resultados

Para realizar un análisis estadístico de las mediciones de los tendones bíceps braquial en los perros sanos de acuerdo a las razas, se procesaron los datos de aquellas de este estudio en la cuales se presentaran un número de individuos mayor o igual a 3. Aplicando esta selección, se obtuvieron los promedios del grosor de los tendones bíceps braquial derecho e izquierdo según grupos de peso, para las razas bretón, caniche, cocker spaniel, fox terrier, retriever (golden y labradores), mestizos y pastor alemán (Figura 65), teniendo en cuenta que en las diferentes razas, no necesariamente se presentaban individuos en todos los grupos de pesos o incluso un número mínimo en algunos casos.

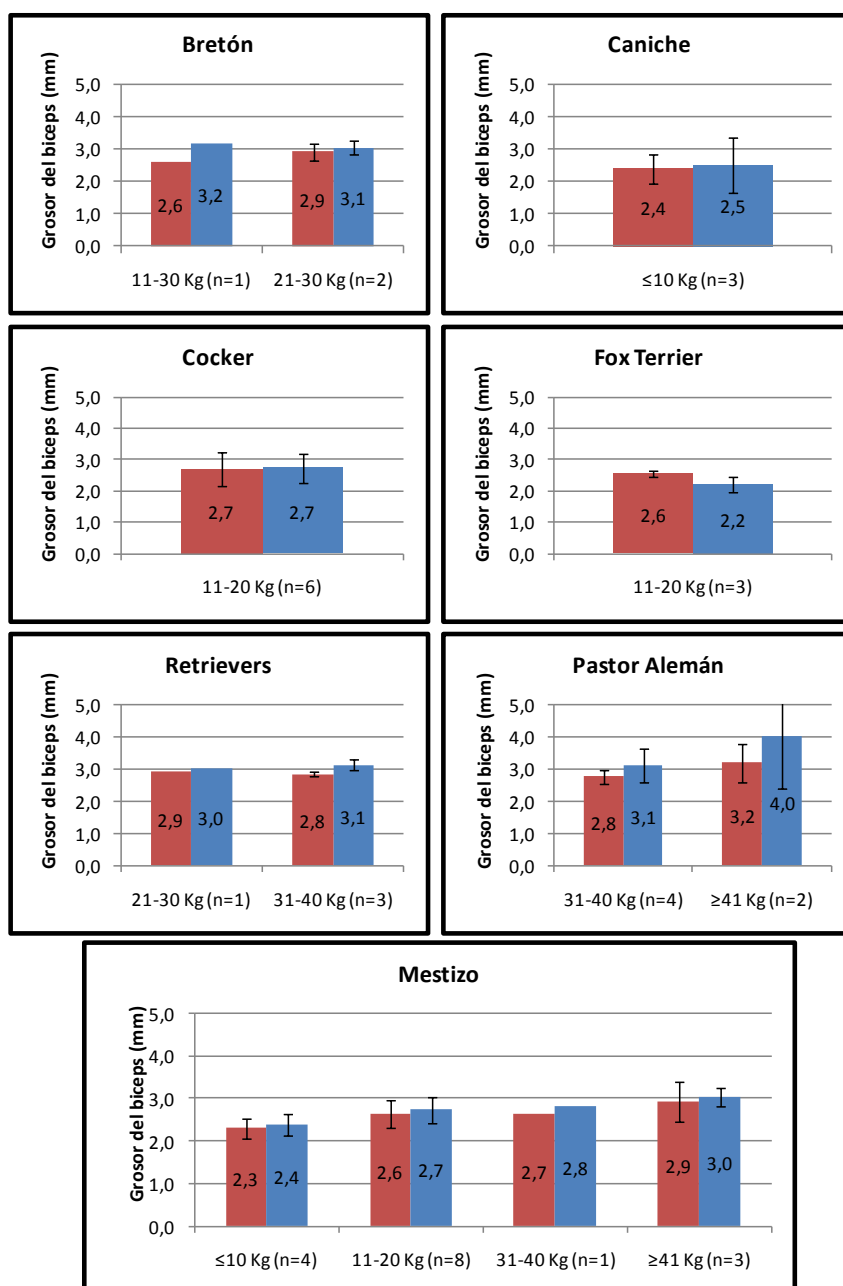


Fig. 65. Gráficas de grosor de los tendones bíceps braquial derecho (azul) e izquierdo (rojo) según el peso de los perros sanos por razas.

### 6.3 RANGOS ESTÁNDAR PARA EL GROSOR DEL TENDÓN DE ORIGEN DEL MÚSCULO BÍCEPS BRAQUIAL EN LOS PERROS SANOS DEL ESTUDIO

Los rangos de grosor estándar para el tendón Bíceps braquial, obtenidos en los perros sanos de este estudio, clasificados por grupos de peso se presentan en la tabla 6.

Rangos por peso	IC Media (mm)	
	Min	Max
≤ 10 Kg	2,2	2,57
11 - 20 Kg	2,47	2,8
21 - 30 Kg	2,91	3,11
31 - 40 Kg	2,9	3,6
≥ 41 Kg	2,9	3,83

Tabla 6. Intervalos de Confianza de las medias para las medidas de grosor de los *Tendo biceps brachii* por los grupos de peso (Método *t*)(IC: Intervalo de confianza).

Debido al poco número de individuos en algunos de los grupos por peso de los perros sanos y a las diferencias marcadas entre los datos de algunos miembros de los grupos, en ciertos grupos de peso, los rangos calculados con el intervalo de confianza de la media fueron demasiado amplios, motivo por el cual se aplicó paralelamente el método de inferencia estadística Bootstrap, el cual, en términos sencillos, trata la muestra como si fuera una población, extrayendo un número “*n*” de remuestras aleatoriamente de la muestra original, para generar así una estimación empírica de la distribución muestral (Tabla 7).

Rangos por peso	IC Percentiles (mm)			
	5%		95%	
	Min	Max	Min	Max
≤ 10 Kg	1,83	2,4	2	3,03
11 - 20 Kg	1,94	2,26	2,66	3,33
21 - 30 Kg	2,78	2,89	3	3,38
31 - 40 Kg	2,54	2,98	2,54	4,99
≥ 41 Kg	2,5	3,01	3,66	4,92

Tabla 7. Intervalos de confianza por percentiles para las medidas de grosor de los *Tendo biceps brachii* por los grupos de peso (Método Bootstrap) (IC: Intervalo de confianza).

Según los resultados de este método estadístico aplicado a los datos de los perros de este estudio, por ejemplo, en una muestra de perros sanos de peso de 21 a 30 Kg, en el 5% de

ellos sus tendones medirán entre 2,78 y 2,89 mm, y el 95% restante tendrá un grosor de los tendones bíceps braquial entre 3 y 3,38 mm.

### 6.4 HALLAZGOS DESCRIPTIVOS EN LOS PACIENTES CON COJERA DEL ESTUDIO

Los hallazgos observados en los pacientes con cojera de miembro anterior que fueron examinados durante el tiempo que se realizó este estudio se presentan en la figura 66. Algunos pacientes presentaban más de uno de los cambios simultáneamente.

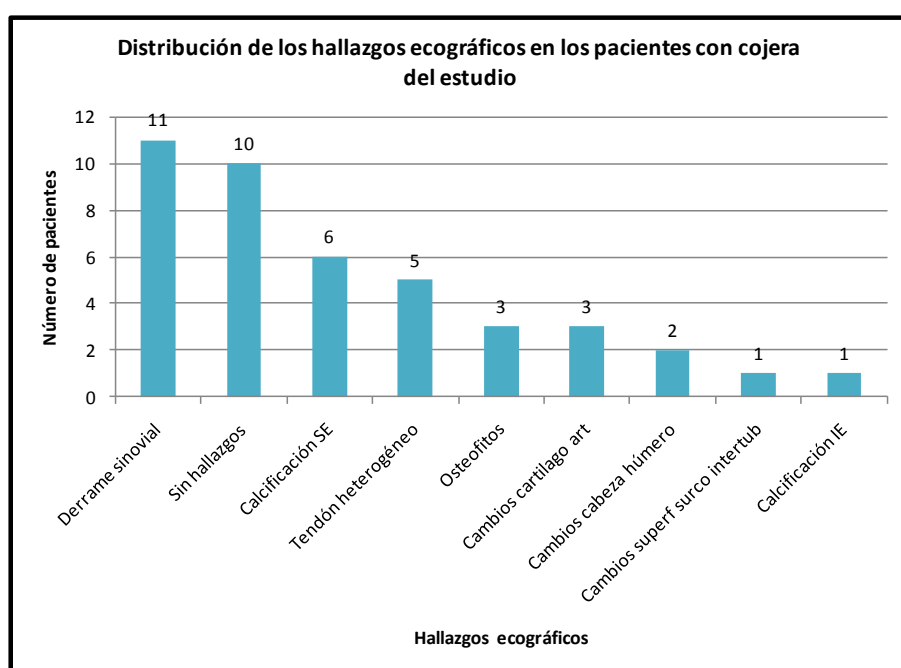


Fig. 66. Relación de los hallazgos ecográficos en la exploración de los 27 pacientes con cojera del estudio.

Estos hallazgos incluían el **derrame sinovial** (11 pacientes), que probablemente fue el hallazgo ecográfico más descrito y significativo de lesión en la articulación del hombro. Este se visualiza como un acúmulo de mayor cantidad de líquido en la cápsula articular, el cual puede ser anecogénico o hipocogénico, según la densidad que presente.

No se presentó ningún tipo de hallazgo ecográfico compatible con lesión en el tendón bíceps braquial y sus estructuras anexas en 10 pacientes. Así mismo, en los pacientes sintomáticos evaluados, se presentaron 7 casos de **calcificación** (6 en el *Musculus*

*supraspinatus* y 1 en el *Musculus infraspinatus*) que se observaron como un punto o una pequeña línea hiperecogénica con sombra acústica en el interior del tejido muscular.

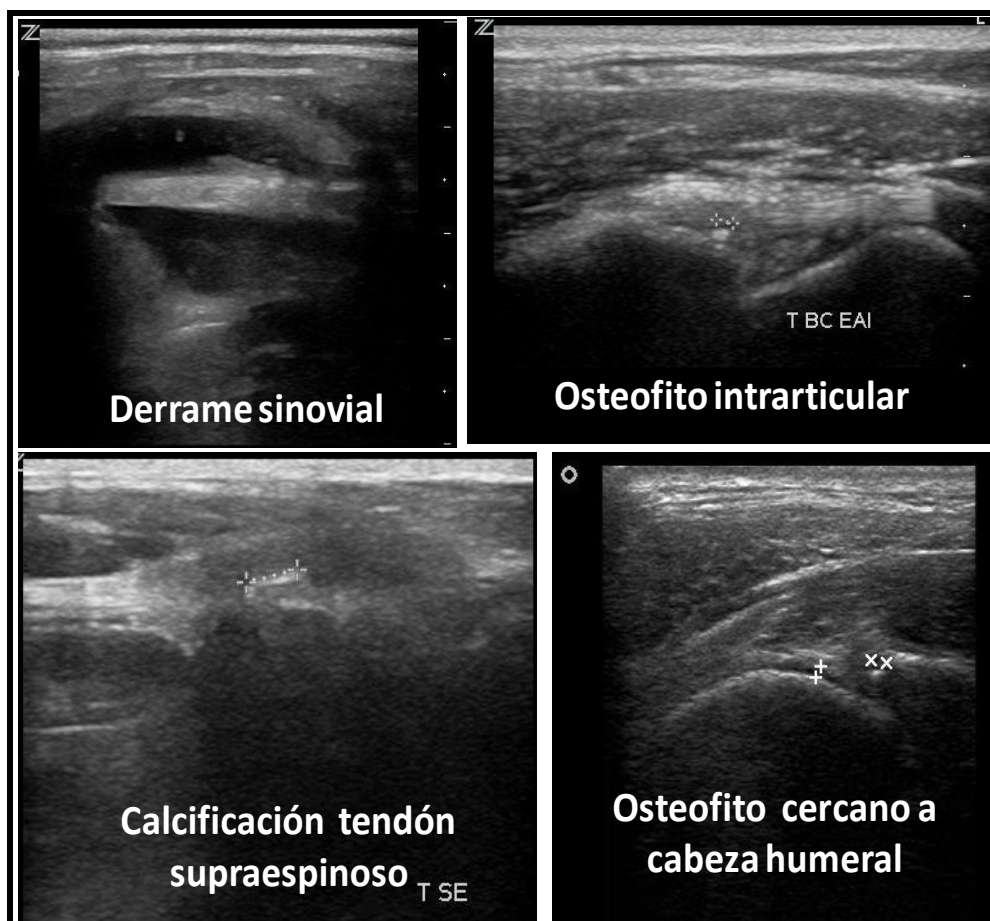
Se registraron **cambios en la ecogenicidad del tendón Bíceps braquial** en 5 pacientes. Estos se observaron generalmente como una disminución en la ecogenicidad del tendón, que debía diferenciarse completamente del artefacto de anisotropía. Este hallazgo es compatible con edema interfibrilar. En uno de estos pacientes, se observó que venía acompañado de otra alteración ecográfica, en ese caso la presencia de un osteofito. Los **osteofitos o “ratones intrarticulares”** son un hallazgo ecográfico en algunos casos de patologías del hombro que se presentan como focos hiperecogénicos en el espacio articular (3 pacientes en este estudio).

Se observaron **cambios en el cartílago articular** en 3 pacientes, que se visualizaron como pérdida focalizada de la imagen normal del espacio hipoecogénico, correspondiente al cartílago, entre las dos líneas hiperecogénicas de la superficie del húmero y la cápsula articular, que se observaban como irregularidades en su estructura normalmente lisa. En dos paciente se registraon **lesiones en la cabeza del húmero**, que se observaron de manera similar a las del cartílago articular, ya que debido a su estrecha relación pueden estar afectados ambos tejidos simultáneamente.

En un paciente se registraron **cambios en la superficie del surco intertubercular**, que también se identificaron como pérdida de la imagen de línea lisa continua que da la superficie del hueso, cambiando por una superficie también hiperecogénica con sombra acústica, pero irregular (Figura 67).

## 6.5 HALLAZGOS CUANTITATIVOS EN LOS PACIENTES CON COJERA DEL ESTUDIO

Como se ha mencionado previamente, durante el tiempo de elaboración de esta tesis, se tuvo la oportunidad de examinar ecográficamente a 27 pacientes que presentaban cojera de miembro anterior (Tabla 8).



**Fig. 67.** Algunos hallazgos ecográficos en pacientes con cojera de miembro anterior evaluados durante el presente estudio.

Los pesos de los pacientes variaron entre los 8 Kg y 55 Kg. Estos datos se organizaron igualmente que en los perros sanos: Pacientes de peso  $\leq 10$  Kg (1 paciente, 3%), de 11 a 20 Kg no se presentó ningún paciente, de 21 a 30 Kg (11 pacientes, 41%), de 31 a 40 Kg (11 pacientes, 41%) y pacientes de peso  $\geq 41$  Kg (4 pacientes, 15%).

La medida de la altura de los pacientes, organizándolos en los mismos grupos que los perros sanos fue la siguiente: Pacientes de una altura  $\leq 35$  cm., 5 (19%), de 36 a 50 cm., 9 (33%), de 51 a 65 cm., 10 (37%) y de una altura  $\leq 66$  cm., 3 pacientes (11%).

La edad de estos pacientes osciló entre 1 y 14 años de edad, agrupándose de la siguiente manera: pacientes de  $\leq 5$  años (12 animales, 44%), 6 a 10 años (14 pacientes, 52%) y pacientes de  $\geq 11$  años de edad (1 animal, 4%).

Del total de pacientes con cojera se presentaron 6 hembras (22%) y 21 machos (78%).

RAZA	EDAD (años)	PESO (Kg.)	ALTURA (Cm.)	SEXO	COJERA	Cojo (mm.)	No cojo (mm.)
Boxer	3	31	55	M	I	2,4	3,1
Boxer	5	31	50	M	D	2,91	2,81
Boxer	6	40	58	H	I	3,7	3
Boxer	8	42	57	M	I	5,2	3,3
Bulldog ingles	7	26	34	M	I	2,81	2,71
Dogo burdeos	2	55	72	M	D	3,11	5,29
Fox terrier	14	8	35	M	D	3,2	3,1
Labrador	1	25	38	M	I	4	3,7
Labrador	5	28	36	M	I	4,4	3,3
Labrador	8	28	35	M	D	3,7	3,4
Labrador	9	30	34	H	I	3,6	3,1
Labrador	6	36	55	M	D	3	3,5
Labrador	10	38	66	M	I	3,18	3,5
Labrador	6	29	36	H	D	3,11	3,59
Labrador	7	41	48	M	D	4,21	3,4
Labrador GR	1	26	39	M	I	3,6	3,7
Labrador GR	4	27	48	H	D	3,1	3
Labrador Ret.	7	36	58	M	D	4,3	4,1
Labrador Ret.	6	38	56	M	D	4,3	3,5
Labrador Ret.	5	40	56	M	I	3,4	3,2
Mastin Español	7	44	75	M	D	4,31	3,62
Mestizo	5	24	30	M	D	2,42	2,96
Mestizo	9	25	38	H	D	2,95	3,18
Mestizo	2	34	42	M	I	3,9	3,1
Pastor aleman	1	33	58	M	D	3,66	3,17
Pointer	4	28	60	H	D	2,4	3
Setter irlandés	8	32	58	M	I	3,72	3,36

**Tabla 8. Registro de los datos tomados a los pacientes con cojera de los miembros anteriores examinados durante el estudio: Edad, peso, altura, sexo, extremidad con cojera, grosor del tendón bíceps braquial de la extremidad coja y sana.**

### 6.5.1 Grosor de los tendones según el peso

Se compararon los grosores de los tendones bíceps braquial de las extremidades que cojeaban con los de las extremidades contralaterales y no se encontraron diferencias significativas entre ellos para cada uno de los grupos de peso (Figura 68).

Correlacionando las medidas de los tendones de las extremidades con cojera, con las medidas de los tendones derecho e izquierdo de los perros sanos, según los grupos de peso, se encontró diferencias estadísticamente significativas entre el grosor del tendón de los pacientes de 31 a 40 Kg y el grosor del tendón Bíceps derecho de los perros sanos (Figura 69).

En 9 de los pacientes con cojera, el grosor del tendón Bíceps braquial del miembro afectado fue menor que el del tendón contralateral (Tabla 8).

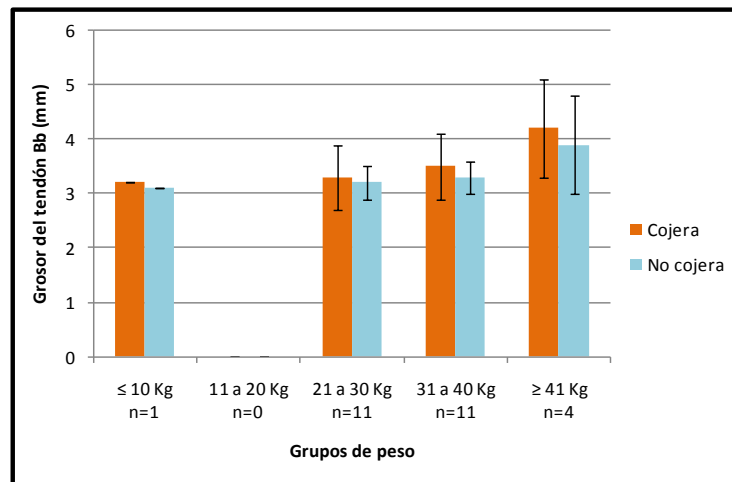


Fig. 68. Promedios del grosor de los tendones bíceps braquial de hombros con cojera y los contralaterales de los 27 pacientes con cojera de extremidad anterior.

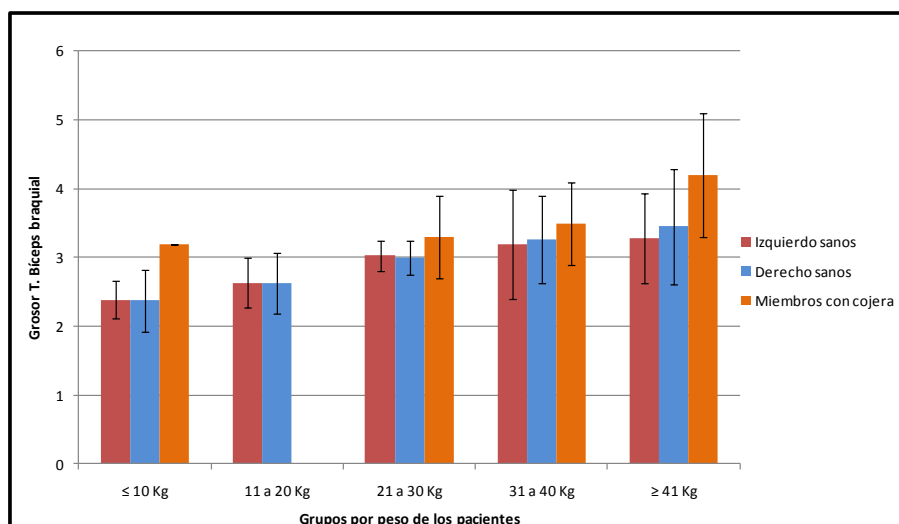
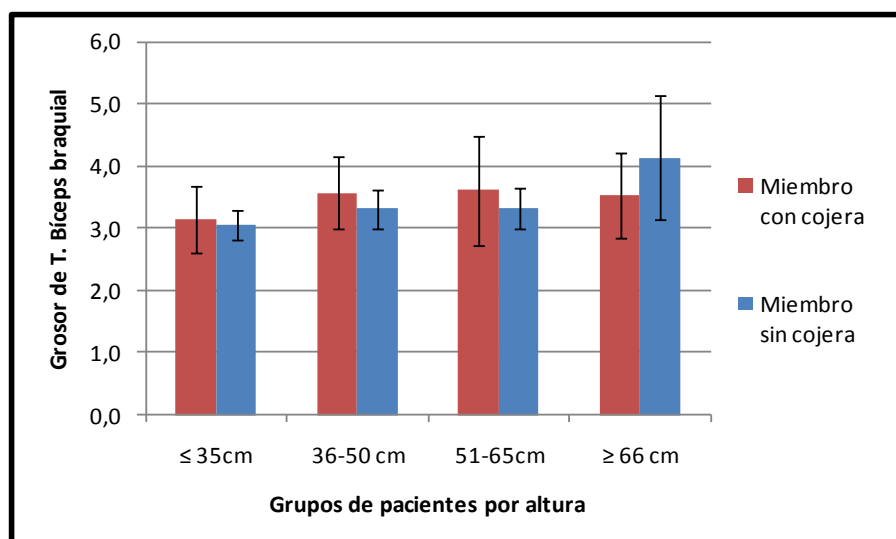


Fig. 69. Gráfica de los valores promedio de grosor del tendón bíceps braquial izquierdo y derecho en perros sanos con los valores de los miembros afectados de los pacientes con cojera de acuerdo a los grupos de peso.

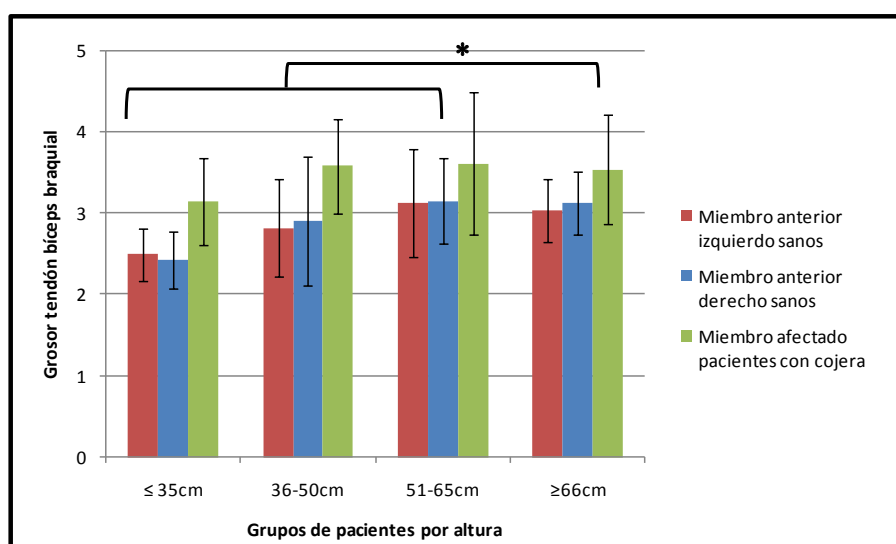
### 6.5.2 Grosor de los tendones según la altura

De acuerdo a los grupos de altura, los datos de grosor de los tendones Bíceps braquial de estos pacientes, se clasificaron según el miembro presentaba o no cojera, y no se encontró diferencias significativas entre los valores de los diferentes grupos (Figura 70).



**Fig. 70. Grosor del tendón Bíceps braquial en pacientes con cojera de miembro anterior agrupados por su altura.**

Al relacionar los datos del grosor del tendón en los miembros afectados con los de los miembros izquierdos y derechos de los pacientes sanos, se encontró diferencias significativas (\*) entre las medidas de los pacientes del grupo de altura  $\geq 66$  cm. y los perros sanos de los grupos de pesos  $\leq 65$  cm. (Figura 71).



**Fig. 71. Comparación del grosor promedio del Tendón bíceps braquial de la extremidad anterior afectada en los pacientes con cojera, contra las medidas de las extremidades anteriores izquierda y derecha de los pacientes sanos de acuerdo a los grupos de altura de los pacientes.**

A continuación se presentan los promedios de grosor de los tendones bíceps braquial, organizando los datos de los pacientes con cojera de acuerdo a su peso y altura (Figura 72).



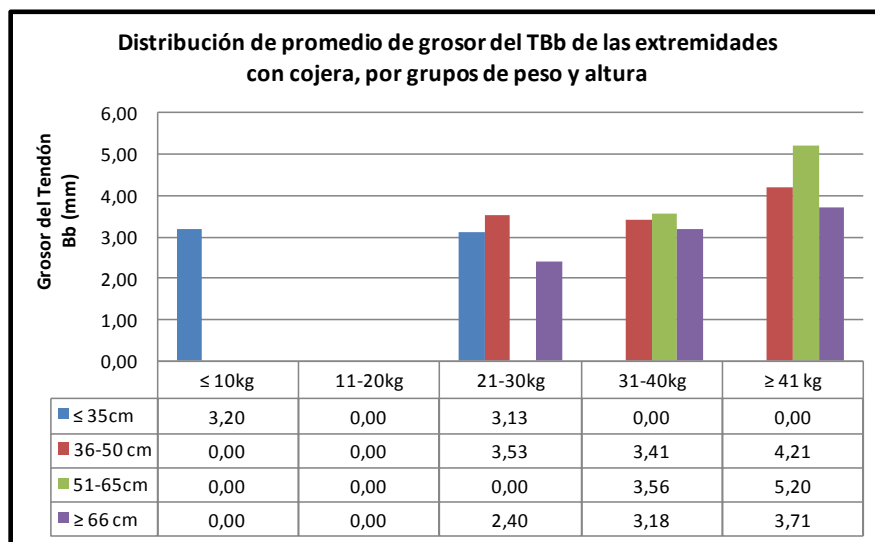


Fig. 72. Distribución de los promedio de grosor de los tendones bíceps braquial de los miembros afectados de los pacientes con cojera del estudio, de acuerdo a su peso y altura.

### 6.5.3 Grosor de los tendones según la edad

Relacionando estadísticamente los datos de los grosores de los tendones de los miembros afectados en los pacientes con cojera, con los de los perros sanos, según los grupos de peso y edad (Figura 73), para aquellos grupos donde había un número de individuos cuyos datos permitieran llevar a cabo un análisis; se encontró diferencias significativas entre los datos de los individuos cojos y sanos en el grupo de 6 a 10 años del peso comprendido entre 31 y 40 Kg, así como también en el grupo de 5 a 10 años de los individuos de peso  $\geq 41$  Kg.

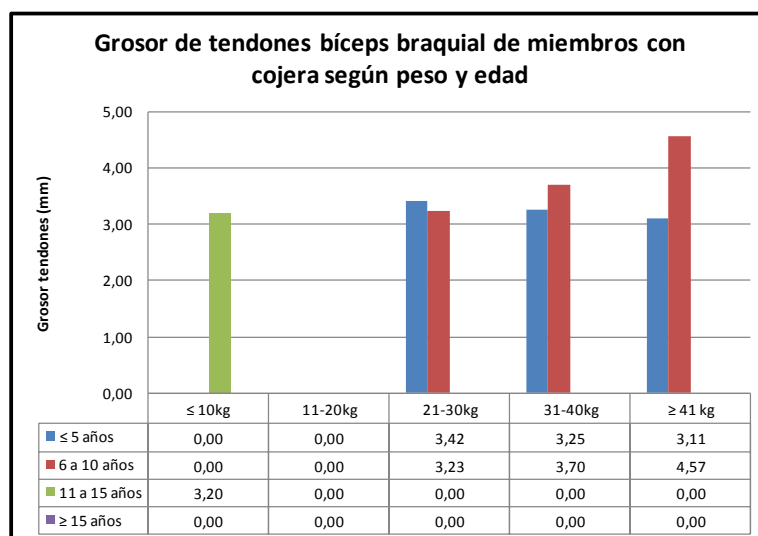


Fig. 73. Grosor de los tendones bíceps braquial en los pacientes con cojera de este estudio, de acuerdo a su edad según la organización por grupos de peso

#### 6.5.4 Grosor de los tendones según el sexo

Con relación al sexo, en los pacientes con cojera, además que no se tenían muestras de individuos entre los 11 a 20 Kg, sólo se presentaron hembras en los grupos de 21 a 30 Kg y el de 31 a 40 Kg, con un n=1 en uno de los casos, por lo cual su comparación estadística con los perros sanos fue complicada en este apartado (Figura 74). En las hembras, el promedio del grosor del tendón bíceps braquial del miembro con cojera, fue menor que el sano entre los grupos de 21 a 30 Kg. En los machos, para todos los grupos de peso, el grosor promedio del tendón bíceps braquial fue mayor en los hombros con cojera que en los sanos.

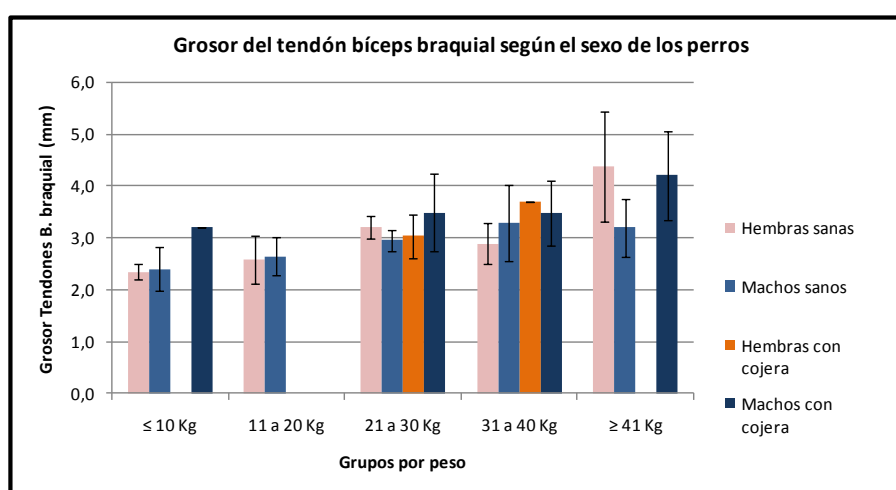


Fig. 74. Grosor promedio del tendón bíceps braquial en perros sanos y con cojera según el sexo.

#### 6.5.5 Grosor de los tendones según raza

Los 27 pacientes pertenecían a 10 razas diferentes distribuidas en varios porcentajes presentados en la figura 75.

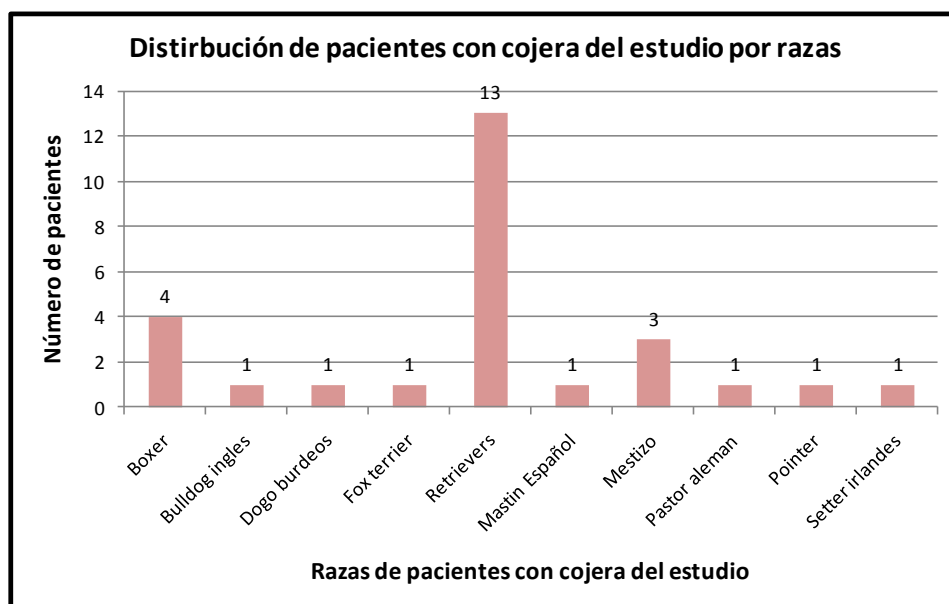


Fig. 75. Distribución de los pacientes con cojera del estudio de acuerdo a las razas.

Por razas, los pacientes con cojera más frecuentes en este estudio fueron retrievers (golden y labradores), bóxer y mestizos. Se analizaron individualmente las razas por grupos de peso para observar las diferencias entre el grosor del tendón Bíceps braquial de las extremidades que cojeaban con las contralaterales respectivas. El número mínimo de individuos en varios de los grupos de peso, impidió un mejor análisis estadístico, permitiendo únicamente una interpretación descriptiva de los datos obtenidos (Figura 76).

En la mayoría de los casos se presentó una medida mayor del grosor en el tendón del miembro afectado con relación al contralateral. En el caso de los pacientes mestizos, se observa que en los dos individuos de 21 a 30 Kg presentaron medidas mayores en el tendón del miembro que no cojeaba.

Comparando los resultados de las razas retriever y mestizo de los perros sanos y los pacientes con cojera, se encontró que en los casos que se tienen individuos en los mismos grupos de peso, las medidas de los tendones, en promedio, son mayores en los pacientes con cojera que en lo sanos, siendo mayor en el miembro que presenta cojera, teniendo en cuenta que en algunos casos la muestra es de un solo paciente (Figura 77).

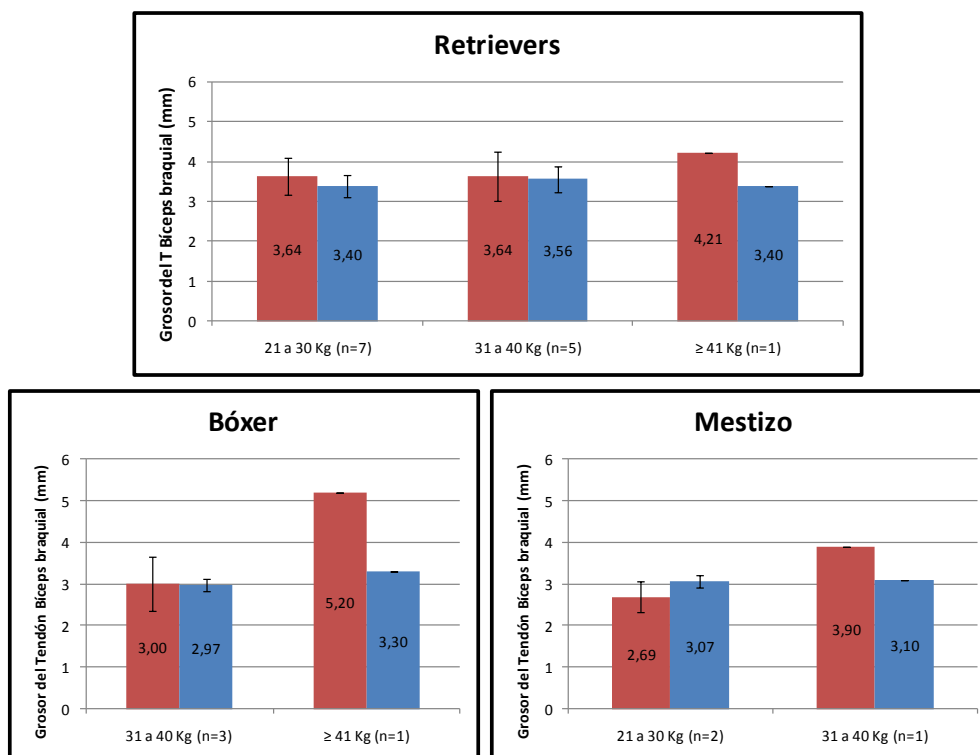


Fig. 76. Gráficas de grosor de los tendones bíceps braquial de la extremidad con cojera (rojo) con relación a la extremidad contralateral (azul) según el peso de los pacientes con cojera de miembro anterior en las tres razas con mayor número de individuos en el estudio.

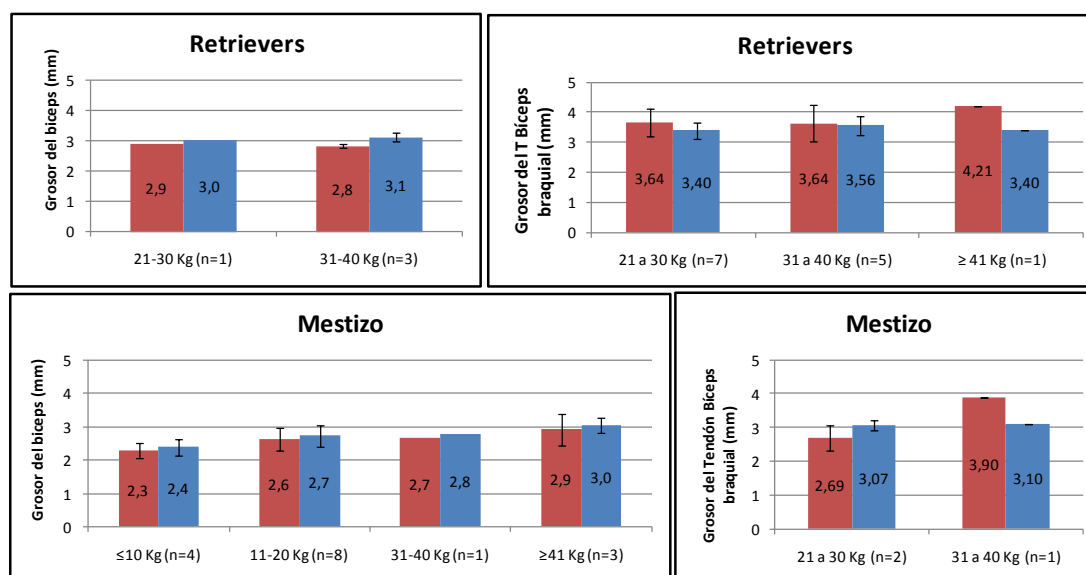


Fig. 77. Gráficos del grosor de los tendones Bíceps braquial en las dos razas con individuos en los grupos sanos y con cojera del estudio. A la izquierda se presentan los grupos de pacientes sanos (rojo, miembro anterior izquierdo; azul: miembro anterior derecho) y a la derecha los pacientes con cojera de las razas indicadas (rojo: miembro que cojea; azul: miembro contralateral). En todos los casos están presentados por grupos de peso.



## **DISCUSIÓN**



## 7 **DISCUSIÓN**

El acceso que se tiene actualmente a la ecografía en medicina veterinaria ha permitido que los propietarios de perros con cojeras puedan utilizar esta herramienta de ayuda diagnóstica para la evaluación de sus mascotas. Aún así, todavía prevalecen la radiografía y el tratamiento analgésico-antiinflamatorio como las primeras opciones médicas para estos pacientes. En la mayoría de casos de pacientes que acuden a ecografía por dolencias de tipo ortopédico, el motivo de la exploración es precisamente la no respuesta o recaída después de que ha sido aplicado un tratamiento; otro motivo es que esta técnica es más económica que la realización de una TAC o una RM, aunque esto depende de la capacidad económica del propietario.

En este contexto, la ecografía musculoesquelética está convirtiéndose en una técnica llamativa, aún desconocida para la mayoría de veterinarios en clínicas particulares. En las instituciones donde se cuenta con equipos y un volumen aceptable de pacientes, la ecografía musculoesquelética depende de la sensibilización del propietario a esta técnica. Aún así, la cantidad de pacientes con molestias específicas en la articulación del hombro puede no ser tan alta en periodos de tiempo medios como de 1 ó 2 años.

Pero, ¿cómo distinguir una imagen patológica si no se conoce como es la normal?. Estudios previos han descrito hallazgos ecográficos solamente en pacientes patológicos, sin embargo, son muy pocos los que comparan imágenes de pacientes sanos. Esto probablemente se deba a la evidente detección, mediante examen clínico, de la articulación escapulo-humeral como origen de la patología. En este estudio se presentan imágenes de 58 pacientes sanos con el objetivo de describirlas y presentarlas como herramienta de comparación para poder ser utilizadas como referencia en estudios clínicos ecográficos.

Llevar a cabo este tipo de estudios tanto en pacientes sanos como patológicos implica tener en cuenta diferentes variables como son la raza, el sexo, la altura, la edad y el peso, entre otras.

Para realizar las exploraciones clínicas de diversos sistemas orgánicos, se han desarrollado protocolos básicos que sirven de guía en el examen clínico de los pacientes. La



mayoría de veterinarios actualizan estos protocolos adaptándolos a su práctica personal, generando un examen propio de cada clínico. Existen diversas guías para el examen de cojeras en pequeños animales, las cuales describen varias técnicas, pruebas físicas y exámenes complementarios que orientaran en conjunto al veterinario hacia un muy aproximado posible diagnóstico (Muir, 1997).

En general se han descrito dos procedimientos ecográficos diferentes, describiendo los hallazgos del tendón Bíceps braquial y su región peritendinosa. Long y Nyland, en 1999, describieron la exploración ecográfica iniciando el procedimiento directamente sobre el tendón, identificándolo previamente mediante palpación, y dirigiéndose posteriormente en sentido distal, para luego regresar hacia proximal, según se deduce por la descripción de los hallazgos ecográficos (Long y Nyland, 1999). Kramer y colaboradores en 2001 describen una exploración en sentido distal-proximal en 4 pasos para la evaluación del tendón bíceps braquial y su vaina tendinosa (Kramer *et al*, 2001). No se explica el porqué de este sentido y aunque los pasos que menciona son equivalentes a los de este estudio, no se plantea un formato de evaluación, mencionando solamente los hallazgos ecográficos de 27 perros sanos y los de 120 perros con posibles lesiones que comprometían el tendón Bíceps braquial, atendidos en un periodo de tiempo de 8 años.

Aunque también se han descrito imágenes ecográficas de la articulación del hombro en estado normal y patológico (Rivers *et al*, 1992; Kramer *et al*, 1997; Bruce *et al*, 2000; Hoskinson y Tucker, 2001; Vandeveldel *et al*, 2006; Wiemer *et al*, 2007; Cogar *et al*, 2008; Wernham *et al*, 2008), no se ha presentado un protocolo claro y detallado que pueda servir de guía para los veterinarios dedicados a pequeños animales, específicamente a perros, que tengan acceso a la ecografía en su lugar de trabajo.

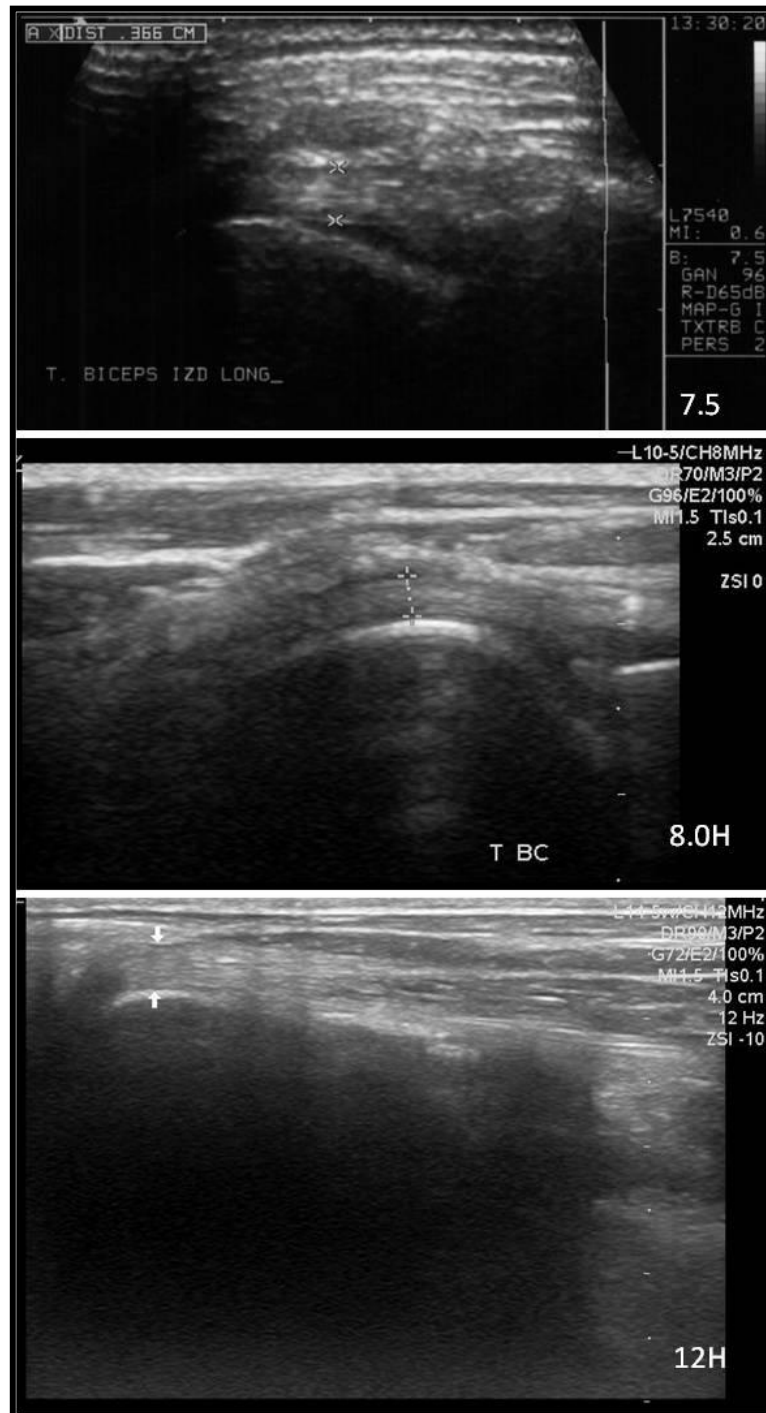
El protocolo desarrollado en esta tesis orienta la exploración ecográfica de una manera sistemática y clara, y por otra parte puede ser utilizado como un informe clínico detallado de los hallazgos ecográficos del tendón Bíceps braquial y las diferentes estructuras de la articulación del hombro relacionadas con el. Este protocolo satisface las necesidades de los ecografistas al ofrecer un examen ordenado y comprensible. Así mismo, parte de la información general como la identificación del ecografista y sus observaciones, serán de vital importancia en hospitales veterinarios en los cuales varias personas lleven a cabo el servicio de ecografía, ya que lo ideal es que sea el mismo ecografista quien valore la evolución de sus pacientes para evitar diferencias en la interpretación o toma de medidas. A pesar que estas

diferencias puedan ser mínimas como se ha descrito en estudios de ecografía humana (Middleton *et al*, 2004), el informe completo será de gran utilidad para el ecografista que realice la posterior revisión de un paciente.

La presentación del protocolo también permite una fácil comparación de los hallazgos ecográficos de la articulación escápulo-humeral evaluada y la contralateral, que proporcionará una información completa para los demás profesionales veterinarios relacionados con cada uno de los casos como pueden ser el internista, traumatólogo, ortopedistas, cirujanos o rehabilitadores, y no excluye ninguna estructura de la articulación del hombro que esté estrechamente relacionada con el tendón Bíceps braquial y que en caso de lesión puedan afectarlo directa o indirectamente.

La descripción básica de las imágenes ecográficas del tendón Bíceps braquial y las estructuras peritendinosas, en perros sanos, obtenidas en la presente tesis, coincide con las descritas previamente por otros autores (Kramer *et al*, 1997; Long y Nyland, 1999).

Kramer y colaboradores, en 1997, describieron la mayoría de imágenes ecográficas de tejidos relacionados con el sistema musculoesquelético de perros y gatos, utilizando transductores con frecuencias de 5 MHz y 7,5 MHz, mencionando como se observaban los huesos, la articulación del hombro, la articulación de la cadera, músculos, tendones, ligamentos y nervios. Desde este trabajo mencionado previamente, hasta la fecha de hoy, los equipos ecográficos han mejorado bastante en imagen, software y calidad en general. También su disponibilidad para los veterinarios ha aumentado, permitiendo que en muchas clínicas veterinarias se cuente con ecógrafos de excelente gama. En este trabajo se utilizaron transductores lineales con frecuencias entre 7,5 MHz y 14 MHz, lo que permitió obtener imágenes de mejor calidad que a nivel práctico pueden permitir una mejor evaluación de pequeños detalles en las superficies del tendón, huesos o espacio articular, que hace años, con los equipos de entonces, podrían interpretarse erróneamente o pasarse por alto (Figura 78). Este trabajo es una puesta a punto de las imágenes ecográficas del tendón bíceps braquial y las estructuras anexas a él, observadas con equipos actuales en diferentes frecuencias de ultrasonidos.



**Fig. 78. Imágenes del *Tendo biceps brachii* a diferentes frecuencias.** En orden descendente se presentan imágenes con frecuencias de 7.5 MHz, 8.0 MHz y 12 MHz.

Aunque en este estudio no se evaluó la calidad de las imágenes obtenidas, es importante mencionar que actualmente la mayor disponibilidad de equipos de alta calidad y las sondas de alta frecuencia, proporcionan imágenes más detalladas que los equipos menos modernos. Al tener la oportunidad de trabajar con varios ecógrafos y sondas de diferentes frecuencias, se coincide con resultados publicados por Strobel y colaboradores, en 2004, respecto a que la visibilidad de la articulación y la superficie del tendón mejora cuando se

emplean ecógrafos con el sistema de THI, sin que exista una importante variación respecto a los equipos convencionales con sondas de alta frecuencia.

Hasta la actualidad no existe ningún trabajo en perros, en el que se trate de establecer las medidas estándar para el grosor del tendón bíceps braquial.

Analizando estadísticamente los datos de los perros sanos de este estudio, se observa que a pesar que no son exactamente iguales las mediciones del grosor del tendón derecho e izquierdo, su diferencia no es significativa en los individuos de cada uno de los grupos de peso, sin embargo si se encuentra diferencia entre los grupos de peso  $\leq 10$  Kg y los de peso  $\geq 21$  Kg. También entre el grupo de perros de 11 a 20 Kg y los grupos de  $\geq 21$  Kg se presentó diferencia.

Así mismo, en la muestra de animales se observó que el tendón de mayor grosor, en la mayoría de los perros sanos, correspondía al tendón bíceps braquial derecho. Establecer en estos individuos la causa de este ligero cambio puede ser un trabajo bastante difícil al no tener claro si los perros tienden a usar más un miembro que el otro, que sería el equivalente en humanos a diestros o zurdos. El desconocimiento del ejercicio que realiza cada individuo también es un factor limitante en esta determinación, ya que el animal que se ejercita mas, probablemente tendrá más desarrolladas las estructuras musculares y tendinosas, siendo sus mediciones ligeramente mayores, pero fisiológicamente normales.

Respecto a la altura, se encontró diferencias significativas entre el grosor del tendón bíceps braquial derecho de los pacientes de altura  $\leq 35$  cm. y los demás grupos. Con el tendón izquierdo se presentó diferencias entre el grupo de perros de altura  $\leq 35$  cm. y los de grupos  $\geq 51$  cm. También se presentaron diferencias significativas en las medidas del grosor del tendón bíceps braquial entre el grupo de 36 a 50 cm. y el grupo de 51 a 65 cm.

Analizando las muestras de acuerdo al sexo, las muestras de los perros sanos de este estudio, sólo exhibieron una diferencia significativa en el grosor del tendón entre machos y hembras en los grupos de 21 a 30 Kg y de peso  $\geq 41$  Kg, aunque específicamente entre las hembras si hubo diferencias entre el grupo de peso  $\leq 10$  Kg y los grupos de 21 a 30 Kg y de  $\geq 41$  Kg. Entre los machos si se presentaron mas diferencias entre varios grupos, principalmente entre el grupo de peso  $\leq 10$  Kg y los grupos de pesos  $\geq 21$  Kg, así como entre el grupo de 11 a 20 Kg y los grupos de pesos  $\geq 31$  Kg. En este caso nuevamente el desconocimiento de las

actividades que desarrollan los individuos impide asegurar completamente que las diferencias presentadas estén directamente comprometidas con el sexo de los pacientes.

Correlacionando los datos de peso y altura, de los perros de este estudio, se puede observar un aumento del grosor del tendón relacionado con el aumento también de estas dos importantes variables.

Respecto a las mediciones para tratar de establecer los valores estándar de grosor, la mayoría de publicaciones relacionadas con ecografía del tendón Bíceps braquial en perros, se refieren a condiciones patológicas y la descripción de las imágenes vistas en los pacientes, comparándolas con las imágenes de perros normales. Inicialmente algunos artículos presentaban otras técnicas diagnósticas como la artroscopia y simplemente mencionaban en sus discusiones que la ecografía podría ser una herramienta útil en el diagnóstico de lesiones de la articulación del hombro.

En 1992, Rivers y colaboradores, describieron los hallazgos de 6 pacientes con tenosinovitis bicipital sin mencionar ningún tipo de medición del tendón, describiendo los cambios que se presentan utilizando como patrones las articulaciones de cadáveres. Kramer y colaboradores, en 1997 describieron la imagen ecográfica normal de varias articulaciones en el perro y también mencionaron las diferencias respecto a casos patológicos, pero tampoco hicieron referencia a algún tipo de medición o estándar de tamaño normal del tendón Bíceps braquial. Bruce y colaboradores, en el año 2000, concluyeron que la ecografía, además de ser complementaria a las otras técnicas diagnósticas empleadas en la articulación del hombro, es muy útil para el diagnóstico, localización y clasificación de la tendinitis bicipital. En 2001, Hoskinson y colaboradores explicaron que los cambios en la ecogenicidad del tendón permitían reconocer fácilmente anormalidades presentes en el.

Nuevamente en 2001, Kramer y colaboradores describieron las imágenes normales del tendón Bíceps braquial y las estructuras de la región peritendinosa, así como los hallazgos de diversas patologías, pero no realizaron ningún tipo de medición. En 2006, Vandeveld y colaboradores describieron la imagen ecográfica de la parte caudal de la cabeza del Húmero del perro para el diagnóstico de osteocondrosis y tomaron medidas del grosor del cartílago articular. Para ello emplearon un transductor de 12 MHz y visualizaron claramente los defectos en el cartílago articular de perros con osteocondrosis.

En medicina humana se han desarrollado numerosos estándares de mediciones fisiológicas normales, de las cuales muchas se han desarrollado también para veterinaria. En 2004, Schmidt y colaboradores publicaron un artículo cuyo objetivo era determinar los valores de referencia estándar para ecografía musculoesquelética en humanos adultos sanos, y presentaron valores para 19 estructuras anatómicas.

En este estudio, al establecer la relación entre rangos de peso y el tamaño del tendón Bíceps braquial, se obtuvieron unos resultados que pueden servir de base para estudios posteriores. Estadísticamente los rangos de tamaño del tendón Bíceps braquial para los diferentes pesos pueden ser de utilidad, pero el número de individuos total del estudio y la heterogeneidad de sus razas no permite asegurar completamente que los valores sean aplicables a todas las razas de perros, razón por la cual también fue necesaria la aplicación de dos métodos estadísticos para establecer los rangos de grosor del tendón bíceps braquial en los perros sanos de este estudio. Por ello, la comparación con las observaciones de la articulación del hombro contralateral continúa siendo la primera referencia para determinar posibles cambios. No se puede pasar por alto, que el grosor de los tendón Bíceps braquial derecho e izquierdo no es exactamente idéntico en los pacientes sanos, como se ha visto en este trabajo, y la diferencia entre ambos debe mantener un rango que permita descartar un posible estado inicial de alteración en un tendón.

Con los datos obtenidos de los pacientes con cojera de miembro anterior, inicialmente se compararon los grosores de los tendones bíceps braquial de las extremidades que cojeaban con los de las extremidades contralaterales y no se encontraron diferencias significativas entre ellos. Entre los grupos de peso  $\geq 21$  Kg tampoco se encontró diferencia entre los perros sanos y los pacientes con cojera de este estudio. Los grupos inferiores a este peso presentaron un número de individuos que impidió comparar estadísticamente las muestras. Para este resultado es importante tener en cuenta que 10 de los pacientes con cojera no presentaban ningún hallazgo anormal en la exploración ecográfica y que además las cojeras no necesariamente se podrían deber a una lesión sobre los tendones bíceps braquial. Las razas de pacientes más comunes en estas consultas ecográficas fueron retrievers, bóxer y mestizos, lo que puede sugerir una especial atención para las dos primeras razas por parte de los veterinarios y profesionales del área ortopédica veterinaria de pequeños animales, al igual que la edad de los pacientes, que en mayor proporción se encontraban entre los 6 y 10 años. La mayoría de miembros afectados correspondían a la extremidad anterior derecha, información que al desconocer las actividades de los pacientes, es difícil de relacionar con el hecho que en

la mayoría de pacientes sanos la medición del grosor de tendón de este lado fue ligeramente superior, Así mismo, en 9 casos el grosor del tendón de la extremidad afectada fue menor que el del miembro contralateral, indicando probablemente que el origen de su cojera fuera otra estructura anatómica diferente.

Con relación a la altura, no se presentaron diferencias significativas entre el grosor de los tendones de los miembros afectados y los contralaterales en los perros con cojera del estudio en los diferentes grupos. Por el contrario, comparando los perros sanos con los pacientes con cojera, si se encontró diferencias significativas entre el grosor del tendón de los perros sanos de altura  $\geq 66$  cm. y los pacientes con cojera de altura  $\leq 65$  cm.

Respecto al sexo en los pacientes con cojera del estudio, solamente en el grupo de hembras de peso de 21 a 30 Kg, el promedio del grosor del tendón del miembro afectado fue menor que el contralateral. En los demás grupos de hembras y en todos los de machos, el promedio del grosor del tendón del miembro afectado fue mayor que el de los miembros contralaterales.

De los hallazgos observados en algunos de los pacientes con cojera de miembro anterior evaluados en este estudio, los cambios de la ecogenicidad del tendón Bíceps braquial se visualizaban con una disminución de su ecogenicidad y aumento del contraste entre las fibras tendinosas y el colágeno que las rodea. Es importante en estas situaciones descartar que este cambio no se deba al artefacto de anisotropía descrito previamente en este trabajo. En un caso se observó la línea hiperecogénica correspondiente al surco intertubercular con irregularidades en su superficie, cuando esta debe observarse de apariencia lisa, indicando alteraciones óseas en esta parte anatómica del húmero. Tres de los pacientes con cojera de miembro anterior presentaron alteración en la superficie del cartílago articular, observándose como pérdida de continuidad o irregularidades en la línea hipoecogénica (Cartílago articular) ubicada sobre la superficie de la cabeza del Húmero (línea hiperecogénica). El cambio más común y evidente en la mayoría de los 27 pacientes con cojera evaluados fue la presencia de derrame sinovial, producida por un aumento del líquido articular y que se visualiza como un aumento del espacio anecogénico (líquido) en la articulación o rodeando al tendón Bíceps braquial. En 3 de los pacientes, se encontró además la presencia de pequeños focos hiperecogénicos compatibles con osteofitos o calcificaciones de los tejidos blandos cercanos. Seis de los pacientes presentaban focos de calcificación a nivel del músculo Supraespinoso que posiblemente era la causa del dolor y la respectiva cojera de esos pacientes.

Al comparar los valores de grosor del tendón Bíceps braquial en los miembros anteriores con cojera, con los rangos estándar obtenidos a partir de las mediciones en los pacientes sanos, se observa que en 3 de los grupos existen muestras que salen del parámetro normal calculado. Para uno de los grupos no se presentó ningún paciente con cojera y en el grupo de 31 a 40 Kg, el hecho de haber tenido un dato en la muestra inicial de valor muy alto, probablemente sea la causa de que el rango se extienda demasiado, haciendo en este caso, que posibles datos de valor aumentado queden incluidos en un rango aparentemente normal (Tabla 9).

Rangos por peso	Tbb en EA con cojera	IC Media (mm)		IC Percentiles (mm)			
				5%		95%	
		Min	Max	Min	Max	Min	Max
≤ 10 Kg	2,3 - 3,2	2,2	2,57	1,83	2,4	2	3,03
11 a 20 Kg		2,47	2,8	1,94	2,26	2,66	3,33
21 a 30 Kg	2,81 - 4,4	2,91	3,11	2,78	2,89	3	3,38
31 a 40 Kg	2,91 - 4,75	2,9	3,6	2,54	2,98	2,54	4,99
≥ 41 Kg	3,11 - 5,2	2,9	3,83	2,5	3,01	3,66	4,92

**Tabla 9. Valores de grosor del *Tendo biceps brachii* en pacientes con cojera para cada uno de los grupos de peso y los rangos normales calculados con los pacientes sanos mediante dos métodos estadísticos diferentes.**

Es indiscutible que tratar de establecer valores de referencia para las estructuras anatómicas de la articulación del hombro del perro es una tarea complicada debido a la gran cantidad de variables como son la raza e incluso dentro de cada raza estaría el peso de los pacientes, por lo que la valoración de medidas es muy subjetiva, concepto en el que se coincide con Long y colaboradores (1999), por lo cual se recomienda realizar estudios individuales por razas, con un número de individuos importante en diferentes rangos de peso.





## **CONCLUSIONES**



## 8 **CONCLUSIONES**

1. El protocolo de examen ecográfico diseñado en este trabajo, dividiéndolo en cuatro zonas y exploración dinámica, ha resultado ser una herramienta clara, útil, y de fácil comprensión que permite el estudio secuencial del tendón Bíceps braquial y estructuras anejas.
2. En la zona I se debe estudiar el tubérculo Supraglenoideo, el tercio proximal del tendón Bíceps braquial, el espacio articular y la parte proximal de la epífisis proximal del Húmero. Dificultad a salvar técnicamente en esta zona es el acoplamiento del transductor en animales de menos de 20 kilos en los que se producen espacios muertos entre el transductor y la piel que impiden la transmisión del ultrasonido.
3. En la zona II se estudia el tercio medio del tendón, la región peritendinosa y la superficie ósea del surco intertubercular. El ángulo de incidencia del haz ultrasónico debe ser totalmente perpendicular al tendón para evitar el fenómeno de anisotropía. En esta zona es donde se debe tomar la medida del grosor del tendón, ya que presenta la mejor ventana ecográfica para su exploración. Cualquier cambio en la región peritendinosa en cuanto al tamaño o ecogenicidad pueden ser indicios de lesión en la articulación escapulo-humeral.
4. En la zona III se evalúa la transición de la estructura fibrilar hiperecogenica del tendón a la muscular mas hipoecogenica; y en la zona IV se valora la parte proximal del músculo Bíceps braquial.
5. La exploración dinámica se debe realizar siempre, ya que es la única forma de evaluar parcialmente el cartílago y la cabeza humeral. Se llevará a cabo al final, ya que por el movimiento, el espacio articular cambia de tamaño al desplazarse el líquido articular, lo que podría llevar a errores diagnósticos.
6. Aplicando este protocolo en los animales estudiados y en nuestras condiciones, hemos encontrado que comparando el grosor de los tendones derecho e izquierdo por grupos

## *Conclusiones*

de peso no se observan diferencias estadísticamente significativas, sucediendo lo mismo con la altura.

7. Comparado el grosor de los tendones por sexo y peso encontramos que el grosor en machos es significativamente mayor que en hembras a partir de los 21 kilos de peso.
8. Los rangos de medida estándar del tendón Bíceps braquial obtenidos en este estudio pueden ser una herramienta subjetiva debido a las diversas variables que se deben controlar, como son entre otras, la raza, el sexo, el peso y la altura.

**POSIBILIDADES FUTURAS**



## **9 POSIBILIDADES FUTURAS**

Se recomienda continuar con este tipo de estudio a nivel de razas independientes con un número de individuos representativo por grupos de peso.

Ante la comprobación de no diferencias significativas entre los grupos de peso menores y mayores presentados en este estudio, se sugiere para estudios posteriores utilizar rangos de peso más grandes, como perros de peso  $\leq 20\text{Kg}$ , de 21 a 40 Kg y pacientes de peso  $\geq 41\text{ Kg}$ .

Aunque en la mayoría de pacientes con cojera los propietarios informan que la cojera se presentó repentinamente sin ningún tipo de trauma, el tratar de esclarecer el tipo de ejercicio o actividades que realizan estos pacientes puede aportar información valiosa para el diagnóstico e incluso tratamiento posterior.

La disponibilidad actual de otras técnicas diagnósticas como la RM o la TAC, hace interesante el elaborar estudios comparativos entre estas técnicas de diagnóstico por imagen.





**RESUMEN**



## **10 RESUMEN**

Actualmente las consultas ortopédicas de miembro anterior representan un motivo de visita importante en veterinaria de pequeños animales. Al utilizarse la ecografía para examinar los tejidos blandos de la articulación del hombro en el perro (como se hace en humanos), se han descrito imágenes de perros sanos y de patologías puntuales del tendón bíceps braquial y otros tejidos del hombro.

En este estudio se presenta un protocolo de exploración ecográfica del tendón Bíceps braquial y las estructuras anexas en perros, de fácil comprensión y aplicabilidad, que sirve a la vez como informe clínico en veterinaria de pequeños animales.

Como parte del estudio, también se describen las imágenes ecográficas de las diferentes partes del examen ecográfico del bíceps braquial realizado a 58 pacientes sanos y 27 con cojera de miembro anterior. En los individuos se tomo la medida del grosor de los tendones bíceps braquial izquierdo y derecho, y se correlaciono con otras variables como peso, altura y raza en algunos casos. Así mismo, se compararon los datos obtenidos de los perros sanos, con aquellos de los pacientes con cojera.

Los resultados de los perros sanos de estudio mostraron que aunque las medidas de los tendones en cada uno de los perros no fueron exactamente iguales, su diferencia no es estadísticamente significativa, sin embargo si se encontraron algunas diferencias al clasificarlos en grupos de acuerdo al peso. El tendón de mayor medida fue el derecho en un porcentaje superior de los animales. Analizando los datos de acuerdo a la altura de los pacientes, se encontraron más diferencias entre estos grupos.

Para analizar estadísticamente las medidas del grosor del tendón Bíceps braquial, los animales fueron agrupados de acuerdo a las principales variables del estudio. Según el peso en  $\leq 10$  Kg, de 11 a 20 Kg, de 21 a 30 Kg, de 31 a 40 Kg y  $\geq 41$  Kg; y de acuerdo su altura en  $\leq 35$ cm., de 36 a 50 cm., de 51 a 65 cm., y  $\geq 66$  cm.

En los pacientes con cojera de miembro anterior examinados, las razas retriever, bóxer y mestizos predominaron sobre otras. La mayoría de pacientes tenían entre 6 y 10 años de

## *Resumen*

edad. De acuerdo al peso y a la altura, los mayores porcentajes de estos pacientes pesaron entre 31 y 40 Kg, y midieron entre 51 y 65 cm. Agrupando los 27 pacientes de acuerdo al peso, no se encontró diferencia entre el grosor del tendón Bíceps braquial de la extremidad con cojera y el de la extremidad sana, para todos los individuos de los diferentes grupos. En 9 de estos pacientes, el grosor del tendón de la extremidad anterior sana fue mayor que el de la extremidad afectada.

Comparando los resultados de los perros sanos con los de los miembros afectados en los pacientes con cojera, solo se presentó diferencia significativa entre los individuos de 31 a 40 Kg. Con relación a la altura se encontró diferencia entre los tendones de los miembros con cojera, con los tendones izquierdos y derechos de los pacientes sanos, entre los grupos de pesos  $\leq 65$  cm. sanos y  $\geq 66$  cm. en los pacientes con cojera.

Al tener representantes de las razas retriever y mestizos en los pacientes sanos y con cojera, se compararon sus datos de manera básica al no tener un número de individuos suficiente para realizar análisis estadísticos convencionales, encontrando que el grosor promedio de los tendones bíceps braquial de los miembros con cojera era mayor que los promedio de los pacientes sanos.

Aquí se presentan los rangos de medidas del grosor del tendón Bíceps braquial en los perros sanos de este estudio, aclarando que el establecimiento de estos rangos es complicado debido a las variables que se deben controlar como la raza, el peso, la altura e incluso otras de difícil valoración como la cantidad de ejercicio o esfuerzo que realiza un animal corrientemente y que puede influir en el tamaño del tendón.

Del presente estudio se concluye que el protocolo desarrollado es una herramienta de fácil comprensión, útil y completa para la evaluación ecográfica del bíceps braquial y las estructuras anexas a él. Las imágenes descritas de los pacientes sanos y con cojera de este estudio pueden servir como referencia a los veterinarios que lleven a cabo este examen.

**ABSTRACT**



## **11 ABSTRACT**

Nowadays in small animal veterinary clinics, an important cause of visit is related to orthopedic problems of forelimbs. The use of ultrasonography to examine the soft tissues of the shoulder in dogs (as in human beings) has been applied to describe images of not only healthy dogs, but also some specific pathologies of the biceps brachii tendon and other tissues of this joint.

This study presents an ultrasonographic exploration protocol of the Biceps brachii tendon and its surrounding structures, for easy understanding and application that can be used at the same time of making a clinical report.

As part of this study, it is here by described the ultrasound (US) images of different stages of the evaluation of the Biceps brachii tendon (BBT) done in 58 healthy dogs and 27 patients whit some kind of lameness of forelimbs. In all the animals, the thickness of the right and left biceps brachii tendons was measured and correlated with other variables such as weight, height and breed in some cases. A comparison of the results of the healthy dogs was done with those of the lame patients.

The results of the healthy dogs of this study showed that although the measures of the right and left biceps brachii tendons were not exactly the same, the differences were not significant. However, we found some differences in the thickness of BBT when the patients were grouped by their weight or height.

To statistically analyze the thickness measures of the BBT's, the animals were grouped according to the main variables of the study. According to the weight  $\leq 10$  kilos., from 11 to 20 Kg, from 21 to 30 Kg, 31 to 40 kg and  $\geq 41$  Kg; and agree their height  $\leq 35$  cm., from 36 to 50 cm., 51 to 65 cm., and  $\geq 66$  cm height.

In the majority of the healthy dogs, the right BBT was greater than that of the left one, although in some cases the difference was minimum. When the measures were processed according to the height of the dogs, it was found that there was more difference between these groups.



Among the various breeds of the dogs with forelimb lameness, the most number of cases was in retrievers, boxer and mixed breeds. The majority of patients with lameness were between 6 and 10 years old. Based on the measurements related to weight and height, the greater percentages of patients were between 31 and 40 Kg and 51 and 65 cm. respectively. In the patients grouped by weight, there was no statistical difference in the thickness of the BBT between the lame forelimb and its counterpart in all the patients. In 8 patients, the thickness of the BBT in the healthy forelimb was greater than that of lame forelimb.

When the results of the patients according to weight groups were compared between healthy dogs and lame patients, there was difference in the thickness of the BBT of the lame forelimbs with that of forelimbs of the healthy dogs in the 31 to 40 Kg group.

According to the measurements based on height, there was difference in the thickness of the tendon of the lame forelimbs with that of the right and left forelimbs of the healthy dogs between the groups of  $\leq 65$  cm. In healthy dogs and  $\geq 66$  cm. in lameness patients.

When lame patients and healthy dogs of retrievers and mixed breeds were studied, it was found that the average thickness of the BBT in the lame forelimbs were greater than that of the healthy dogs.

We could find the range of measurements of the thickness of BBT in the healthy dogs included in this study. We could also measure the thickness of BBT based on selected parameters we could include among dogs with lameness. Although this study had a comprehensive range of variability like weight, height and breed included, there could be other conditions that may influence the thickness of the BBT like exercise activities, nutrition etc. that we could not included in the study.

This study concludes that the protocol developed here is an easy, understable, useful and complete tool for the US evaluation of the BBT and its surrounding structures. The described images of the healthy and the lame patients of this study could be used as reference by veterinarians who do this kind of evaluation.

## **BIBLIOGRAFÍA**



## 12 BIBLIOGRAFÍA

- Adamiak, Z.; Szalecki, P. (2003):** Treatment of bicipital tenosynovitis with double tenodesis. *J Small Anim Pract*, 44(12):539-40.
- Agnello, K.A.; Puchalski, S.M.; Wisner, E.R.; Schulz, K.S.; Kapatkin, A.S. (2008):** Effect of positioning, scan plane, and arthrography on visibility of periarticular canine shoulder soft tissue structures on magnetic resonance images. *Vet Radiol Ultrasound*, 49(6):529-39.
- Altenbrunner-Martinek, B.; Grubelnik, M.; Kofler, J. (2007):** Ultrasonographic examination of important aspects of the bovine shoulder--physiological findings. *Vet J*, 173(2):317-24.
- Awerbuch, M.S. (2008):** The clinical utility of ultrasonography for rotator cuff disease, shoulder impingement syndrome and subacromial bursitis. *Med J Aust*, 188(1):50-3.
- Backhaus, M.; Burmester, G.R.; Gerber, T.; Grassi, W.; Machold, K.P.; Swen, W.A.; Wakefield, R.J.; Manger, B. (2001):** Guidelines for musculoskeletal ultrasound in rheumatology. *Ann Rheum Dis*, 60(7):641-9.
- Bagshaw, H.S.; Larenza, M.P.; Seiler, G.S. (2009):** A technique for ultrasound-guided paravertebral brachial plexus injections in dogs. *Vet Radiol Ultrasound*, 50(6):649-54.
- Barberet, V.; Baeumlin, Y.; Taeymans, O.; Duchateau, L.; Peremans, K.; van Hoek, I.; Daminet, S.; Saunders, J.H. (2010):** Pre- and posttreatment ultrasonography of the thyroid gland in hyperthyroid cats. *Vet Radiol Ultrasound*, 51(3):324-30.
- Bardet, J.F. (1998):** Diagnosis of shoulder instability in dogs and cats: a retrospective study. *J Am Anim Hosp Assoc*, 34(1):42-54.
- Bardet, J.F. (1999):** Lesions of the Biceps Tendon Diagnosis and Classification. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 12(4):188-95.
- Bardet, J.F. (2002):** Shoulder Diseases in Dogs. *Veterinary Medicine*, 97(12):909-20.
- Barthez, P.Y.; Morgan, J.P. (1993):** Bicipital Tenosynovitis in the Dog Evaluation with Positive Contrast Arthrography. *Vet Radiol Ultrasound*, 34(5):325-30.
- Boemo, C.M.; Eaton-Wells, R.D. (1995):** Medial displacement of the tendon of origin of the biceps brachii muscle in 10 greyhounds. *J Small Anim Pract*, 36(2):69-73.
- Bradley, M.; Bhamra, M.S.; Robson, M.J. (1995):** Ultrasound guided aspiration of symptomatic supraspinatus calcific deposits. *Br J Radiol*, 68(811):716-9.
- Brandt, T.D.; Cardone, B.W.; Grant, T.H.; Post, M.; Weiss, C.A. (1989):** Rotator cuff sonography: a reassessment. *Radiology*, 173(2):323-7.
- Breur, G.J.; Blevins, W.E. (1997):** Traumatic injury of the iliopsoas muscle in three dogs. *J Am Vet Med Assoc*, 210(11):1631-4.
- Bruce, W.J.; Burbidge, H.M.; Bray, J.P.; Broome, C.J. (2000):** Bicipital tendinitis and tenosynovitis in the dog: a study of 15 cases. *N Z Vet J*, 48(2):44-52.
- Burk, R.L.; Feeney, D.A. (2003):** The Appendicular Skeleton. Small animal radiology and ultrasonography : a diagnostic atlas and text. Saunders, Philadelphia. Pp.477-606.

- Carrig, C.B. (1997):** Diagnostic imaging of osteoarthritis. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 27(4):777-814.
- Clements, D.N.; Kelly, D.F.; Philbey, A.W.; Bennett, D. (2005):** Arthrographic diagnosis of shoulder joint masses in two dogs. *Vet Rec*, 156(8):254-5.
- Cogar, S.M.; Cook, C.R.; Curry, S.L.; Grandis, A.; Cook, J.L. (2008):** Prospective evaluation of techniques for differentiating shoulder pathology as a source of forelimb lameness in medium and large breed dogs. *Vet Surg*, 37(2):132-41.
- Cordula Poulsen, N.; Tobias, R.; Cartee, R.E.; Hittmair, K. (2000):** An atlas and textbook of diagnostic ultrasonography of the dog and cat. Manson, London. 400 páginas.
- Crass, J.R.; van de Vegte, G.L.; Harkavy, L.A. (1988):** Tendon echogenicity: ex vivo study. *Radiology*, 167(2):499-501.
- Chau, C.L.; Griffith, J.F. (2005):** Musculoskeletal infections: ultrasound appearances. *Clin Radiol*, 60(2):149-59.
- Davidson, E.B.; Griffey, S.M.; Vasseur, P.B.; Shields, S.L. (2000):** Histopathological, radiographic, and arthrographic comparison of the biceps tendon in normal dogs and dogs with biceps tenosynovitis. *J Am Anim Hosp Assoc*, 36(6):522-30.
- Denny, H.R.; Butterworth, S.J. (2000):** A guide to canine and feline orthopaedic surgery. Blackwell Science, Oxford. 634 páginas.
- Devitt, C.M.; Neely, M.R.; Vanvechten, B.J. (2007):** Relationship of physical examination test of shoulder instability to arthroscopic findings in dogs. *Vet Surg*, 36(7):661-8.
- Dik, K.J. (1993):** Ultrasonography of the equine crus. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 34(1):28-34.
- Dik, K.J. (1993):** Ultrasonography of the equine tarsus. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 34(1):36-43.
- Dillehay, G.L.; Deschler, T.; Rogers, L.F.; Neiman, H.L.; Hendrix, R.W. (1984):** The ultrasonographic characterization of tendons. *Invest Radiol*, 19(4):338-41.
- Downer, A.H. (1976):** Ultrasound therapy for animals. *Mod Vet Pract*, 57(7):523-6.
- Echeverry, D.F.; Gil, F.; Laredo, F.; Ayala, M.D.; Belda, E.; Soler, M.; Agut, A. (2010):** Ultrasound-guided block of the sciatic and femoral nerves in dogs: a descriptive study. *Vet J*, 186(2):210-5.
- Fahie, M.A. (2005):** Healing, diagnosis, repair, and rehabilitation of tendon conditions. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 35(5):1195-211.
- Fitch, R.B.; Jaffe, M.H.; Montgomery, R.D. (1997):** Muscle Injuries in Dogs. *Compend Contin Educ Vet*, 19(8):947-57.
- Fornage, B.D. (1987):** The hypoechoic normal tendon. A pitfall. *J Ultrasound Med*, 6(1):19-22.
- Fransson, B.A.; Gavin, P.R.; Lahmers, K.K. (2005):** Supraspinatus tendinosis associated with biceps brachii tendon displacement in a dog. *J Am Vet Med Assoc*, 227(9):1429-33.
- Gibson, K.T.; Burbidge, H.M.; Anderson, B.H. (1997):** Tendonitis of the branches of insertion of the superficial digital flexor tendon in horses. *Aust Vet J*, 75(4):253-6.
- Gilley, R.S.; Wallace, L.J.; Hayden, D.W. (2002):** Clinical and pathologic analyses of bicipital tenosynovitis in dogs. *Am J Vet Res*, 63(3):402-7.
- Goring, R.L.; Parker, R.P.; Dee, L.; Eaton-Wells, R.D. (1984):** Medial Displacement of the Tendon of Origin of The Biceps Brachii Muscle in the Racing Greyhound. *J Am Anim Hosp Assoc*, 20(1):933-8.

- Goring, R.L.; Price, C. (1987):** Arthroscopical Examination of the Canine Scapulohumeral Joint. *J Am Anim Hosp Assoc*, 23(1):551-5.
- Guilherme, S.; Benigni, L. (2008):** Ultrasonographic anatomy of the brachial plexus and major nerves of the canine thoracic limb. *Vet Radiol Ultrasound*, 49(6):577-83.
- Hall, F.M. (1989):** Sonography of the shoulder. *Radiology*, 173(2):310.
- Harcke, H.T.; Grissom, L.E.; Finkelstein, M.S. (1988):** Evaluation of the musculoskeletal system with sonography. *AJR Am J Roentgenol*, 150(6):1253-61.
- Hoskinson, J.J.; Tucker, R.L. (2001):** Diagnostic imaging of lameness in small animals. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 31(1):165-80.
- Innes, J.F.; Brown, G. (2004):** Rupture of the biceps brachii tendon sheath in two dogs. *J Small Anim Pract*, 45(1):25-8.
- Jacobson, J.A. (1999):** Musculoskeletal sonography and MR imaging. A role for both imaging methods. *Radiol Clin North Am*, 37(4):713-35.
- Johnston, S.A. (1998):** Osteochondritis dissecans of the humeral head. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 28(1):33-49.
- Kaplan, P.A.; Matamoros, A., Jr.; Anderson, J.C. (1990):** Sonography of the musculoskeletal system. *Am J Roentgenol*, 155(2):237-45.
- Kippenes, H.; Johnston, G. (1998):** Diagnostic imaging of osteochondrosis. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 28(1):137-60.
- Kramer, M.; Gerwing, M. (1996):** The importance of sonography in orthopedics for dogs. *Berl Munch Tierarztl Wochenschr*, 109(4):130-5.
- Kramer, M.; Gerwing, M.; Hach, V.; Schimke, E. (1997):** Sonography of the musculoskeletal system in dogs and cats. *Vet Radiol Ultrasound*, 38(2):139-49.
- Kramer, M.; Gerwing, M.; Sheppard, C.; Schimke, E. (2001):** Ultrasonography for the diagnosis of diseases of the tendon and tendon sheath of the biceps brachii muscle. *Vet Surg*, 30(1):64-71.
- Kunkel, K.A.; Rochat, M.C. (2008):** A review of lameness attributable to the shoulder in the dog: part two. *J Am Anim Hosp Assoc*, 44(4):163-70.
- Laborda Val, J.P.; Gimeno Domínguez, M.; Gil García, J.; Unzueta Galarza, A. (2009):** Atlas de artrología del perro. Diseño y Comunicación Servet, Zaragoza. 99 páginas.
- LaHue, T.; Brown, S.; Roush, J.; Ticer, J. (1988):** Entrapment of Joint Mice in the Bicipital Tendon Sheath as a Sequela to Osteochondritis Dissecans of the Proximal Humerus in Dogs. A Report of Six Cases. *J Am Anim Hosp Assoc*, 24(1):99-105.
- Lang, D.C. (1980):** Ultrasonic treatment of musculoskeletal conditions in the horse, dog and cat. *Vet Rec*, 106(21):427-31.
- Liles, S.R.; Linder, K.E.; Cain, B.; Pease, A.P. (2010):** Ultrasonography of Histologically Normal Parathyroid Glands and Thyroid Lobules in Normocalcemic Dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, 51(4):447-52.
- Lin, J.; Jacobson, J.A.; Fessell, D.P.; Weadock, W.J.; Hayes, C.W. (2000):** An illustrated tutorial of musculoskeletal sonography: part 2, upper extremity. *Am J Roentgenol*, 175(4):1071-9.
- Lindahl, I.L. (1972):** Early pregnancy detection in ewes by intrarectal reflection echo ultrasound. *J Anim Sci*, 34(5):772-5.
- Long, C.D.; Nyland, T.G. (1999):** Ultrasonographic evaluation of the canine shoulder. *Vet Radiol Ultrasound*, 40(4):372-9.
- Mannel, J. (1954):** Combined treatment of arthroses with ultrasonics and a horse chestnut extract preparation. *Arch Phys Ther (Leipz)*, 6(1):48-50.

- Marcellin-Little, D.J.; Levine, D.; Canapp, S.O., Jr. (2007):** The canine shoulder: selected disorders and their management with physical therapy. *Clin Tech Small Anim Pract*, 22(4):171-82.
- Martínez, S.; Fajardo, R.; Valdés, J.; Ulloa-Arvizu, R.; Alonso, R. (2007):** Histopathologic study of long-bone growth plates confirms the basset hound as an osteochondrodysplastic breed. *The Canadian Journal of Veterinary Research*, 71(1):66-9.
- Mckee, M.; Macias, C. (2004):** Orthopaedic conditions of the shoulder in the dog. *In Practice*, 26(3):118-29.
- Meier, H.T.; Biller, D.S.; Lora-Michiels, M.; Hoskinson, J.J. (2001):** Additional Radiographic Views of the Thoracic Limb in Dogs. *Compend Contin Educ Vet* 23(9):818-25.
- Middleton, W.D.; Teefey, S.A.; Yamaguchi, K. (2004):** Sonography of the rotator cuff: analysis of interobserver variability. *Am J Roentgenol*, 183(5):1465-8.
- Miller, M.E.; Evans, H.E. (1993):** Miller's anatomy of the dog. W.B. Saunders, Philadelphia. 1113 páginas.
- Mitchell, R.A.; Innes, J.F. (2000):** Lateral glenohumeral ligament rupture in three dogs. *J Small Anim Pract*, 41(11):511-4.
- Muir, P. (1997):** Physical Examination of Lamé Dogs. *Compend Contin Educ Vet.*, 19(10):1149-61.
- Muir, P.; Goldsmid, S.E.; Rothwell, T.L.; Bellenger, C.R. (1992):** Calcifying tendinopathy of the biceps brachii in a dog. *J Am Vet Med Assoc*, 201(11):1747-9.
- Muir, P.; Johnson, K.A. (1994):** Supraspinatus and Biceps Brachii Tendinopathy in Dogs. *J Small Anim Pract.*, 35(1):239-43.
- Murphy, S.E.; Ballegeer, E.A.; Forrest, L.J.; Schaefer, S.L. (2008):** Magnetic resonance imaging findings in dogs with confirmed shoulder pathology. *Vet Surg*, 37(7):631-8.
- Nyland, T.G.; Mattoon, J.S. (2004):** Diagnóstico ecográfico en pequeños animales. Multimédica, Barcelona. 491 páginas.
- Penninck, D.; D'Anjou, M.A. (2008):** Atlas of small animal ultrasonography. Blackwell, Ames. 520 páginas.
- Purcell, E.M.; Pujal, M. (2001):** Electricidad y magnetismo. Reverté, Barcelona. 472 páginas.
- Rantanen, N.; Ewing III, R. (1981):** Principles of Ultrasound Application in Animals. *Veterinary Radiology*, 22(5):196-203.
- Reed, A.L.; Payne, J.T.; Constantinescu, G.M. (1995):** Ultrasonographic Anatomy of the Normal Canine Stifle. *Vet. Radiol. Ultrasound*, 36(4):315-21.
- Rivers, B.; Wallace, L.; Johnston, G.R. (1992):** Biceps Tenosynovitis in the Dog: Radiographic and Sonographic Findings. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 5(1):51-7.
- Rochat, M.C. (2005):** Emerging causes of canine lameness. *Vet Clin North Am Small Anim Pract*, 35(5):1233-9.
- Sager, M.; Herten, M.; Ruchay, S.; Assheuer, J.; Kramer, M.; Jager, M. (2009):** The anatomy of the glenoid labrum: a comparison between human and dog. *Comp Med*, 59(5):465-75.
- Schaefer, S.L.; Forrest, L.J. (2006):** Magnetic resonance imaging of the canine shoulder: an anatomic study. *Vet Surg*, 35(8):721-8.
- Schaller, O. (2007):** Illustrated veterinary anatomical nomenclature. Enke Verlag, Stuttgart. 614 páginas.

- Sidaway, B.K.; McLaughlin, R.M.; Elder, S.H.; Boyle, C.R.; Silverman, E.B. (2004):** Role of the tendons of the biceps brachii and infraspinatus muscles and the medial glenohumeral ligament in the maintenance of passive shoulder joint stability in dogs. *Am J Vet Res*, 65(9):1216-22.
- Siems, J.J.; Breur, G.J.; Blevins, W.E.; Cornell, K.K. (1998):** Use of two-dimensional real-time ultrasonography for diagnosing contracture and strain of the infraspinatus muscle in a dog. *J Am Vet Med Assoc*, 212(1):77-80.
- Sisson, S.; Grossman, J.D.; Getty, R. (2007):** Sisson y Grossman : anatomía de los animales domésticos. Elsevier Masson, Barcelona. 2302 páginas.
- Stobie, D.; Wallace, L.J.; Lipowitz, A.J.; King, V.; Lund, E.M. (1995):** Chronic bicipital tenosynovitis in dogs: 29 cases (1985-1992). *J Am Vet Med Assoc*, 207(2):201-7.
- Strobel, K.; Zanetti, M.; Nagy, L.; Hodler, J. (2004):** Suspected rotator cuff lesions: tissue harmonic imaging versus conventional US of the shoulder. *Radiology*, 230(1):243-9.
- Tabar Barrios, J.J.; Mayo Robles, P.P. (2000):** Los problemas ortopédicos del hombro en el perro. *Consulta de difusión veterinaria*, 8(67):34-48.
- Teefey, S.A.; Middleton, W.D.; Payne, W.T.; Yamaguchi, K. (2005):** Detection and measurement of rotator cuff tears with sonography: analysis of diagnostic errors. *Am J Roentgenol*, 184(6):1768-73.
- Thrall, D.E. (2007):** Textbook of veterinary diagnostic radiology. Saunders, St. Louis, Missouri. 832 páginas.
- Van Bree, H.; Degryse, H.; Van Ryssen, B.; Ramon, F.; Desmidt, M. (1993):** Pathologic correlations with magnetic resonance images of osteochondrosis lesions in canine shoulders. *J Am Vet Med Assoc*, 202(7):1099-105.
- Van Ryssen, B.; Van Bree, H.; Vyt, P. (1993):** Arthroscopy of the Shoulder Joint in the Dog. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 29(1):101-5.
- Vandevelde, B.; Van Ryssen, B.; Saunders, J.H.; Kramer, M.; Van Bree, H. (2006):** Comparison of the ultrasonographic appearance of osteochondrosis lesions in the canine shoulder with radiography, arthrography, and arthroscopy. *Vet Radiol Ultrasound*, 47(2):174-84.
- Vasseur, P.B. (1983):** Clinical results of surgical correction of shoulder luxation in dogs. *J Am Vet Med Assoc*, 182(5):503-5.
- Wall, C.R.; Taylor, R. (2002):** Arthroscopic biceps brachii tenotomy as a treatment for canine bicipital tenosynovitis. *J Am Anim Hosp Assoc*, 38(2):169-75.
- Weigel, J.P.; Cartee, R.E.; Marich, K.W. (1983):** Preliminary study on the use of ultrasonic transmission imaging to evaluate the hip joint in the immature dog. *Ultrasound Med Biol*, 9(4):371-8.
- Wernham, B.G.; Jerram, R.M.; Warman, C.G. (2008):** Bicipital tenosynovitis in dogs. *Compend Contin Educ Vet*, 30(10):537-52.
- Wiemer, P.; Van Ryssen, B.; Gielen, I.; Taeymans, O.; Van Bree, H. (2007):** Diagnostic findings in a lame-free dog with complete rupture of the biceps brachii tendon. A case report in a unilaterally affected working Labrador Retriever. *Vet Comp Orthop Traumatol*, 20(1):73-7.